



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**EFEITO DE UM REGIME PREVENTIVO DA EROSÃO
DENTÁRIA COM ELEVADA CONCENTRAÇÃO DE FLÚOR NAS
FORÇAS ADESIVAS DE RESTAURAÇÕES DIRETAS**

Trabalho submetido por
Ana Machado Filipe Teixeira Beirão
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2017



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**EFEITO DE UM REGIME PREVENTIVO DA EROSÃO
DENTÁRIA COM ELEVADA CONCENTRAÇÃO DE FLÚOR NAS
FORÇAS ADESIVAS DE RESTAURAÇÕES DIRETAS A RESINA
COMPOSTA**

Trabalho submetido por
Ana Machado Filipe Teixeira Beirão
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Doutora Ana Vieira

outubro de 2017

AGRADECIMENTOS

À Prof. Doutora Ana Vieira, por toda a motivação, disponibilidade, rigor científico, pela ajuda essencial no tratamento estatístico e a boa disposição com que sempre me recebeu.

Ao Prof. Doutor Mário Polido, pela disponibilização do laboratório de biomateriais.

Aos meus pais, pelos valores que me transmitiram, pela oportunidade que me deram em tirar este curso, a confiança que em mim depositaram e por terem pensado sempre no meu futuro.

Às minhas avós Milú e Zé, por continuarem a olhar por mim.

Ao Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz pelo ensino de excelência.

Aos meus colegas de laboratório por terem tornado estes dois meses mais animados.

Aos amigos que fiz nesta instituição, com quem aprendi e cresci nestes últimos anos, que vou recordar sempre com muito carinho.

À família que escolhi neste último e melhor ano de faculdade.

Às minhas amigas, Mafalda, Inês, Matilde, Mariana, Leonor, Carolina e Banana, por toda a compreensão, amizade e força que as manteve sempre presentes.

Ao meu querido João Maria, por me fazer feliz todos os dias.

RESUMO

Objetivos: Estudar a capacidade de remineralização de esmalte erodido com flúor a altas concentrações, bem como a influência da remineralização prévia nas forças de adesão de restaurações diretas.

Materiais e Métodos: Foram selecionados 40 incisivos inferiores de bovino, distribuídos aleatoriamente por 4 grupos experimentais (n=10): Er (erosão), Er-NaF (erosão + remineralização com NaF 1450 ppm), Er-F5000 (erosão + remineralização com F 5000ppm), nEr-NaF (remineralização com NaF 1450 ppm). Avaliou-se a microdureza com teste de Vickers no início do estudo (t_0), no final do primeiro dia do protocolo de erosão (t_1) e no final do estudo (t_2). Foram aderidas ao esmalte restaurações diretas a resina composta. As amostras foram armazenadas em saliva artificial 24h numa estufa a 37°C e posteriormente seccionadas em palitos para teste de microtração, obtendo-se um valor de resistência adesiva em MPa. Foram analisadas estatisticamente a microdureza (MD), as forças de adesão (FA), e tipo de fratura.

Resultados: Observaram-se para todos os grupos erodidos, diferenças estatisticamente significativas entre os valores de MD em t_0 , t_1 e t_2 . Destes grupos o único que conseguiu recuperar a MD inicial foi o grupo Er-F5000 ($p=0.757$). Os valores de FA revelaram uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0.002$). Comparações múltiplas mostraram que as FA do grupo Er-F5000 superaram apenas as do grupo nEr-NaF ($p=0.015$). Verificou-se ainda que a distribuição do tipo de fratura foi dependente do grupo de estudo ($p=0.006$), sendo as fraturas adesivas mais prevalentes para qualquer um dos grupos.

Conclusões: A capacidade de remineralização do esmalte erodido com uma pasta de flúor a altas concentrações difere da capacidade de remineralização com pasta de flúor a baixas concentrações. As forças de adesão das restaurações diretas em esmalte erodido e remineralizado com flúor a altas concentrações são iguais às forças de adesão de esmalte erodido e não remineralizado.

Palavras chave: erosão, flúor, remineralização, adesão

ABSTRACT

Purpose: To determine the remineralization capacity of eroded enamel with a high concentration of fluoride, and to study the influence of prior remineralization on the adhesion forces of direct restorations to composite resin.

Materials and Methods: A total of 40 inferior healthy bovine incisors, were randomly assigned to 4 experimental groups: Er (erosion), Er-NaF (erosion + remineralization with NaF 1450 ppm), ErF5000 (erosion + remineralization with 5000ppm F), nEr-NaF (remineralization with NaF 1450 ppm). The Vickers microhardness was evaluated at the beginning of the study (t0), at the end of the first day of the erosion protocol (t1), and at the end of the study (t2). Posteriorly, direct of composite resin restorations with *etch-and-rinse* method were adhered to the enamel. The samples were stored for 24 hours in artificial saliva at 37°C and then sectioned in beams for the microtensile test, obtaining an adhesive strength value in MPa. Microhardness (MD), adhesion forces (FA), and failure type were statistically analyzed.

Results: Statistically significant differences were observed for the MD values of the eroded groups between t₀, t₁ and t₂. From the remineralized groups Er-F5000 was the only group able to recover the initial MD (p=0.757). Concerning the FA values there was also a statistically significant difference between the groups (p=0.002). Multiple comparisons showed that FA found for the Er-F5000 group was only superior than that of nEr-NaF (p=0.015). Although the failure type distribution was group dependent (p=0.006), the adhesive failures were the most prevalent among all groups.

Conclusions: The remineralization capacity of eroded enamel with high fluoride concentrations differs from that with lower concentrations. The remineralization of eroded enamel with either high or low fluoride concentrations did not influence the adhesion forces of direct enamel restorations.

Key words: erosion, fluorine, remineralization, adhesion

ÍNDICE GERAL

I.	INTRODUÇÃO.....	11
1.	ESMALTE	11
2.	EROSÃO DENTÁRIA	13
3.	SALIVA	16
4.	REMINERALIZAÇÃO.....	17
5.	FLÚOR.....	18
6.	TESTES DE MICRODUREZA.....	20
7.	RESTAURAÇÕES DIRETAS A RESINA COMPOSTA	21
8.	SISTEMAS ADESIVOS	22
8.1.	<i>Sistemas Adesivos Etch-and-rinse</i>	23
8.2.	<i>Sistemas Adesivos Self-etch</i>	23
8.3.	<i>Sistemas Universais</i>	24
9.	TESTE MICROTRAÇÃO	25
II.	OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	27
III.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
1.	SELEÇÃO, PREPARO E ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS	29
2.	PREPARO CAVITÁRIO E PREENCHIMENTO DA CÂMARA PULPAR.....	30
3.	PADRONIZAÇÃO DO ESMALTE VESTIBULAR	30
4.	DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA	31
5.	TESTE DE MICRODUREZA	32
6.	EROSÃO E REMINERALIZAÇÃO	32
7.	RESTAURAÇÕES DIRETAS	33
8.	PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS PARA TESTE DE FORÇAS ADESIVAS	35
9.	TESTE DE MICROTRAÇÃO	36
IV.	RESULTADOS.....	39
	ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
	VALORES DE MICRODUREZA DE VICKERS	40
	VALORES DAS FORÇAS ADESIVAS.....	42
V.	DISCUSSÃO	45

VI.	CONCLUSÃO	51
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Primeiros sinais de cupping.	13
Figura 2 - Erosão dentária severa nas superfícies oclusais e faces vestibulares de dentes posteriores com envolvimento de dentina e margem em esmalte (adaptado de Ganss et al., 2014).	14
Figura 3 - Restaurações a resina composta num plano superior ao dente adjacente devido à erosão dentária (adaptado de Lussi, Jaeggi & Zero, 2003).	14
Figura 4 - Representação esquemática das estratégias adesivas (adaptado de Perdigão, 2007)	24
Figura 5 - Preparação das amostras para testes de microtração (adaptado de Armstrong et al., 2010)	26
Figura 6 - Incisivo inferior de bovino.	29
Figura 7 - Micrótopo de tecidos duros.	29
Figura 8 - Máquina de polimento rotacional	30
Figura 9 - Distribuição dos grupos experimentais.	31
Figura 11 – Exemplo de indentações pelo teste de Microdureza de Vickers.	32
Figura 10 – Teste de Microdureza de Vickers.	32
Figura 12 - Sprite®	33
Figura 13 – Pasta Duraphat® para grupo Er-F5000.	33
Figura 14 - Sistema adesivo ScotchBond™ Universal.	34
Figura 15 - Fotopolimerizador.	34
Figura 16 - Resinas compostas Filtek™ Supreme XTE.	34
Figura 17 - Estufa (Mettler INE 400, Mettler, Germany).	35
Figura 18 - Corte dos palitos para teste de forças adesivas	35
Figura 20 – Máquina de Teste Universal.	36
Figura 19 – Palito colocado no jig.	36
Figura 21 – Craveira digital.	36

Figura 22 - Microscópio Ótico.....	37
Figura 23 - Valores de forças de adesão (FA) em MPa para os vários grupos.....	42
Figura 24 - Percentagens do tipo de fraturas.	43

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Ilustração da classificação dos tipos de fratura..... 37

Tabela 2 - Valores de MD relativa (%) para os grupos em t_0 , t_1 e t_2 40

LISTA DE ABREVIATURAS

bis-GMA bisfenol-A-glicidil dimetacrilatos

°C graus Celsius

F Flúor

FA forças de adesão

HAp hidroxiapatite

HV Vickers *hardness*

M media

MD microdureza

MPa megapascal

NaF fluoreto de Sódio

µm micrómetro

min minuto

mm milímetro

ml mililitros

N newton

pH potencial de hidrogénio

s segundo

® marca registada

TEGDMA trietilenoglicol dimetacrilato

™ marca comercial

UDMA dimetacrilato de uretano

µTBS microtração

I. Introdução

O interesse na erosão dentária tem vindo a aumentar tal como a sua frequência em todas as idades e diferentes populações principalmente entre os mais jovens (Grewal, Kudupudi, & Grewal, 2013). Muitos estudos associam este problema ao aumento do consumo excessivo de bebidas carbonatadas e cítricas e a distúrbios gastroesofágicos. Tem sido comprovado que, apesar de a erosão dentária se encontrar muito associada ao esmalte, a sua progressão por falta de controlo dos fatores etiológicos, pode levar a uma perda de estrutura dentária com indicação para tratamento restaurador (Amoras, Corona, Rodrigues Jr, & Serra, 2012; Austin, Taha, Festy, Cook, Andiappan, Gomez, Pretty & Moazzez, 2017). Atualmente o uso de sistemas adesivos associados ao tratamento com resina composta tem-se demonstrado mais adequado por motivos estéticos e resistência a um pH mais ácido (Cruz, Bonini, Lenzi, Imparato, & Raggio, 2015).

1. Esmalte

O esmalte é considerado um material nanoestrutural organizado que recobre o dente. Tem como função principal a mastigação e a proteção da dentina e da polpa (Simmer & Fincham, 1995).

A formação do esmalte dentário ocorre durante duas fases: uma de secreção e outra de maturação. É constituído por cerca de 96% de matéria inorgânica, 1% de matéria orgânica e 3 % de água (Bauman, Carvalho & Lussi, 2015), o que o torna o tecido mineralizado mais duro do corpo humano (Simmer & Fincham, 1995).

A matéria orgânica é formada por lípidos e proteínas não colagénicas, como amelogeninas (90%), responsáveis pela orientação e a elongação dos prismas durante a mineralização (Jayasudha, Baswaraj, Navin, & Prasanna, 2014; Neel, Aljabo, Strange, Ibrahim, Coathup, Young, Bozec & Mudera, 2016). Estas proteínas são secretadas pelos ameloblastos e a sua alteração pode levar a uma má formação de esmalte e hipoplasia (Nishio, 2008). Os ameloblastos são, por isso, os responsáveis pela composição e estrutura única do esmalte que lhe confere a sua grande resistência à fratura (Wright, Carrion, & Morris, 2015).

A matéria inorgânica é formada por uma estrutura de nano cristais de fosfato de

cálcio, a hidroxiapatite (HAp) com a fórmula $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. A HAp do esmalte pode apresentar algumas alterações na composição dos seus iões capazes de provocar alterações no seu crescimento e solubilidade (Li, Wang, Joiner & Chang, 2016; Neel et al, 2016). Os centros de cálcio (Ca^{2+}) podem incorporar iões de magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^{2+}) e potássio (K^+), enquanto o grupo hidroxilo (OH^-) pode incorporar iões fluoreto (F^-) (Dios, Alcolea, Hernandez & Ruiz; 2015).

O tamanho e a organização dos cristais hexagonais conferem a dureza e as propriedades mecânicas ótimas do esmalte, que em grandes quantidades formam prismas (Baldassarri, Margolis, & Beniash, 2009). Os prismas apresentam uma conformação em “buraco de fecharuda” com diâmetro de aproximadamente 4-5 μm que se estendem da dentina até ao esmalte (Simmer et al., 1995). Inicialmente o longo eixo do (c-) dos cristais de HAp encontra-se disposto paralelo ao longo eixo do prisma, porém com a aproximação da periferia estes desviam, criando um espaço interprismático (Robinson, Shore, Brookes, Strefford, Wood & Kirkham, 2000), capaz de ser preenchido por matéria orgânica e água, possibilitando a entrada de pequenas moléculas e iões como o hidrogénio (Robinson, et al., 2000; West & Joine, 2014).

A desmineralização é o processo de remoção de iões dos cristais de HAp, sendo que esta perda de iões pode não destruir a integridade do mineral, provocando apenas microporosidades capazes de provocar uma alta sensibilidade dentária ao calor, frio, pressão e muitas vezes causar dor (Neel et al., 2016).

Quando a desmineralização atinge a integridade da rede de cristais pode dar-se o colapso dos tecidos, produzindo defeitos no esmalte. O desgaste dentário pode ser causado por lesões cariosas ou não cariosas, como a atrição, abrasão e erosão dentária (Bartlett & Shah, 2005). A atrição é considerada como um desgaste gradual das superfícies incisais e oclusais por contacto dente-dente, enquanto a abrasão é a perda de tecido por contactos mecânicos não dentários, tal como a escovagem. A erosão é considerada a perda dos tecidos duros por ação química não bacteriana (Levitch, Bader, Shugars, & Heymann, 1994).

O esmalte maduro, por ser um tecido acelular, não tem a capacidade de se regenerar (Jayasudha et al., 2014) e os cristais de HAp parcialmente desmineralizados, apenas podem voltar ao seu tamanho original se estiverem expostos a um ambiente na

cavidade oral que favoreça a renovação de iões da matriz, conhecido como processo de remineralização (Neel, et al., 2016).

2. Erosão Dentária

A erosão dentária ou desgaste erosivo é uma condição multifatorial caracterizada pela perda do tecido duro devido á dissolução por ácidos de origem não bacteriana, predisposta a evoluir quando associada a outro tipo de desgaste (Amoras et al, 2012).

Os iões de hidrogénio formados pela dissolução do ácido, com pH inferior a 5.5, unem-se ao carbono e fosfato da HAp e geram um ataque químico capaz os remover, provocando uma desmineralização da superfície (Neel, et al., 2016). Com a remoção da matéria inorgânica, são criados espaços nos tecidos duros que levam a um amolecimento e perda de volume do esmalte. O contacto prolongado do ácido na cavidade oral provoca uma contínua dissolução direta dos cristais de HAp, tornando-os mais suscetíveis à remoção de tecido duro por outros tipos de desgaste, como atrição e abrasão (Dundar & Sengun, 2014). Esta associação acelera a perda de mineral podendo resultar na destruição total do esmalte. Se não ocorrer uma intervenção do desgaste inicial podem ser formadas lesões de *cupping* nas cúspides das faces oclusais, capazes de atingir a dentina (Figura 1). A erosão dentária na dentina, por ser menos resistente que o esmalte é mais rápida, podendo resultar na exposição da polpa (Ganss & Lussi, 2014; Salas, Chisini, Ferreira, & Demarco, 2015).



Figura 1- Fotografia intra-oral de cupping (cortesia Dra. Ana Vieira)

O diagnóstico clínico é feito através das alterações na morfologia da coroa dentária. O processo de desgaste erosivo tem maior prevalência nas superfícies oclusais, vestibulares e linguais, porém pode afetar qualquer face do dente, desde que exposta a ácido. Numa fase inicial é possível ser observada uma alteração no brilho, ficando o

esmalte com um aspeto mais baço. Com a progressão das lesões, a cor do dente torna-se mais amarelada e de superfícies polidas. Nas zonas onde existe uma menor dureza de esmalte, as concavidades tornam-se proeminentes e as convexidades mais planas, com a existência de uma margem gengival intacta (Figura 2) (Dundar et al., 2014; Ganss et al., 2014).



Figura 2 - Erosão dentária severa nas superfícies oclusais e faces vestibulares de dentes posteriores com envolvimento de dentina e margem em esmalte (adaptado de Ganss et al., 2014).

A literatura refere que, o facto de existir uma margem de esmalte sã, pode ser proveniente de uma barreira protetora de película adquirida formada pela saliva, ou por uma neutralização do ácido pelo fluído do sulco gengival. Com a progressão da erosão, ocorre um arredondamento das cúspides, observam-se sulcos nos bordos incisais, as margens podem apresentar chanfros e as restaurações existentes encontram-se num plano mais alto do que as faces dos dentes adjacentes, devido a uma dissolução mais lenta do material (Figura 3) (Lussi, Shlueter, Rakhmatullina & Ganss, 2011; Ganss et al., 2014).

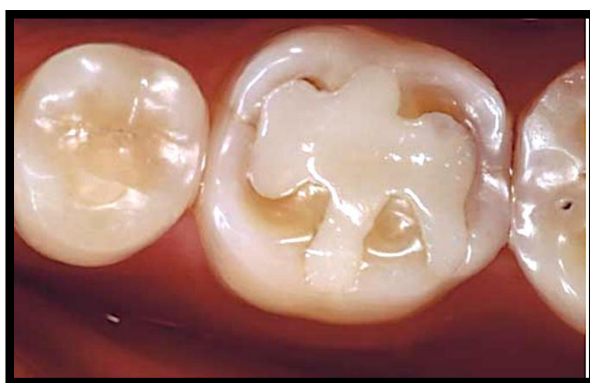


Figura 3 - Restaurações a resina composta num plano superior ao dente adjacente devido à erosão dentária (adaptado de Lussi, Jaeggi & Zero, 2003).

Após a permanência de ácido na cavidade oral o desgaste do esmalte pode ocorrer através da abrasão provocada pelo processo de escovagem imediata ou até mesmo pela

passagem da própria língua. Em casos de grande desgaste a anatomia da face oclusal acaba por desaparecer podendo levar a uma exposição da polpa.

Etiologicamente a erosão pode classificar-se como intrínseca, quando provém de ácidos endógenos, extrínseca se resultar de ácidos exógenos ou idiopática quando não é possível saber a etiologia dos ácidos (Imfeld, 1996a). A erosão intrínseca é o resultado da presença frequente de ácido do trato gastrointestinal na cavidade oral, por contacto sucessivo do vômito ou refluxo gástrico (Zero, 1996). Este tipo de erosão costuma estar relacionada com pacientes que apresentam distúrbios alimentares de origem psicossomática, como na anorexia e bulimia, ou por patologias do sistema digestivo, tal como no refluxo gastroesofágico, úlcera duodenal e hérnia do hiato, sendo o stress considerado um dos fatores causais (Konturek, Brzozowski, & Konturek, 2011; Salas et al., 2015). A erosão intrínseca ocorre inicialmente nas faces palatinas de dentes maxilares, observada em pacientes bulímicos e na superfície oclusal de molares mandibulares, comum em pacientes com distúrbio gastroesofágico (Salas et al., 2015).

A erosão extrínseca é provocada por ácidos exógenos que podem ser provenientes dos hábitos alimentares, consumo de medicamentos e vitaminas com baixo pH, como ácido acetilsalicílico e vitamina C, ou por fatores ambientais como, o ar contaminado por ácidos industriais e cloro das piscinas (Imfeld, 1996). A erosão dentária, de acordo com vários estudos, apresenta uma maior relação com uma dieta ácida, rica em alimentos e bebidas ácidas como refrigerantes, sumos de fruta e bebidas energéticas. O consumo de bebidas e alimentos ácidos e açucarados têm aumentado nos últimos anos, principalmente na alimentação de crianças e jovens. As lesões provocadas por ácidos extrínsecos tendem a localizar-se inicialmente nas faces vestibulares de todos os dentes e oclusal de molares (Lussi et al., 2011; Johansson, Omar, Carlsson & Johansson, 2012).

O exame clínico para o diagnóstico de erosão deve ser, sempre que possível, realizado em conformidade com uma história clínica completa, referindo o tipo de dieta e hábitos gerais e pela avaliação das taxas de fluxo salivar (Ganss et al., 2014; Dundar et al., 2014).

Como prevenção é necessário alertar a população em geral sobre os riscos irreversíveis do consumo frequente de alimentos e bebidas ácidas. Pacientes com alto risco de erosão dentária devem optar pela ingestão de bebidas e alimentos mais nocivos

apenas às refeições principais. É aconselhada a mastigação de antiácidos e pastilhas de xilitol que aumentam o fluxo salivar e reduzem a acidez (Salas et al., 2015). Pacientes com erosão dentária devem ser instruídos a bochechar com água ou bicarbonato e a não fazer uma escovagem imediata para prevenir o desgaste por abrasão (Dundar et al., 2014).

A quantidade de iões de flúor, cálcio e fosfato presentes numa solução vai condicionar a quantidade minerais do esmalte dissolvidos. Por este motivo as bebidas supersaturadas apresentam um baixo potencial erosivo e alguma capacidade de remineralização (Amoras, et al., 2012). A utilização de palhinha na ingestão de bebidas ácidas é também um método preventivo pois reduz o contacto com a superfície dentária. Para a remineralização dentária são prescritos colutórios, géis ou vernizes fluoretados, que vão fortalecer a camada de HAp (Johansson et al., 2012).

A grande perda de superfície dentária provocada pela erosão pode trazer desconforto e insatisfação por parte do paciente. Numa fase precoce, espera-se que o médico dentista implemente uma estratégia preventiva, porém estadios mais avançados podem trazer complicações estéticas, ortodônticas e funcionais, associadas ou não a sensibilidade e dor, com necessidade de intervenção restauradora (Johansson et al., 2012). O médico dentista deve adotar o tratamento restaurador quando, a integridade da estrutura dentária se encontra ameaçada, hipersensibilidade, exposição pulpar, perda significativa de estrutura dentária, diminuição da dimensão vertical e/ou função e quando o paciente não se encontra satisfeito por motivos estéticos (Dundar et al., 2014). Os tratamentos restauradores de eleição devem ser as restaurações diretas. Estes tratamentos vão proteger o esmalte de um contacto ácido futuro e restabelecer o contorno do dente. Em pacientes que apresentam uma perda severa de estrutura dentária que abrange mais de duas faces, ou grande perda de dimensão vertical é muitas vezes necessário optar por um tratamento restaurador indireto (Johansson et al., 2012).

3. Saliva

A saliva, é um dos maiores mecanismos de defesa da erosão dentária, sendo produzida pelas glândulas parótida, sublingual, submandibular e por glândulas minor. A saliva é constituída por matéria orgânica e inorgânica (Levitch, Bader, Shugars & Heymann, 1994). A matéria orgânica é composta por proteínas responsáveis pela resposta inflamatória, defesa imunitária e lubrificação. A componente inorgânica da saliva

apresenta bicarbonato, responsável pela sua capacidade tampão, cálcio e fosfato que mantêm a integridade da superfície dentária participando no processo de remineralização (Buzalaf, Hannas, & Kato, 2012).

Através de proteínas, como a histatina, a saliva consegue formar uma película adquirida capaz de estabelecer ligações fortes à superfície do esmalte (Hannig & Joiner, 2006). Esta película comporta-se como uma barreira de difusão ou uma membrana seletiva, de acordo com a sua espessura, que previne o contacto direto entre o ácido e a estrutura dentária, o que reduz a perda de mineral a curto prazo (Johansson et al., 2012). No entanto, quando uma superfície se encontra recentemente erodida, uma nova película irá adaptar-se a esta superfície dificultando a remineralização. Em estudos *in vitro* a utilização de saliva artificial com falta de proteínas salivares é comum, o que não permite uma adequada formação de película adquirida, levando a um maior impacto do processo de erosão (Buzalaf et al., 2012).

O tamponamento da saliva é responsável pela manutenção do pH na cavidade oral. A permanência e libertação de produtos ácidos encontra-se dependente da quantidade de saliva produzida (Dundar et al., 2014). Qualquer redução da capacidade tampão da saliva irá contribuir para o processo de erosão. Muitos estudos correlacionam a sensação de boca seca com o envelhecimento, contudo, o fluxo salivar diminuído pode também ter origem medicamentosa e por radiação da cabeça e pescoço. A permanência de ácidos na cavidade oral durante o período noturno aumenta o risco de erosão devido à baixa produção salivar durante a noite (Lussi et al., 2011 & Buzalaf et al., 2012).

Após a neutralização do agente erosivo ou a sua eliminação na superfície dentária, o cálcio e fosfato provenientes da saliva podem remineralizar tecidos previamente desmineralizados. Estes vão atuar como iões comuns aos minerais do esmalte e dentina, resultando numa taxa de dissolução mais lenta dos tecidos duros quando expostos a um pH mais ácido (Addy & Shellis, 2006).

4. Remineralização

A perda de esmalte por erosão é considerada um processo dinâmico de desmineralização e remineralização. O processo da remineralização dentária tem vindo a ser estudado ao longo de várias décadas de pesquisa, levando ao desenvolvimento de

tecnologias capazes de promover a remineralização do esmalte ou a redução da sua desmineralização (Zheng, Zheng, Weng, Qian, & Zhou, 2011). O processo de desmineralização, quando em fase inicial, pode ser revertido pela ação de iões de cálcio, fosfato e flúor. Estes iões podem ser incorporados na própria bebida ácida, em alimentos ou em soluções de tratamento da erosão dentária (Li, Wang, Joiner & Chang, 2014).

A remineralização consiste num processo de reposição de iões dos cristais de hidroxiapatite perdidos. Tal como referido anteriormente a saliva apresenta iões inorgânicos de cálcio e fosfato importantes para a remineralização, sendo por isso considerada um método de regeneração natural do esmalte erodido (Li et al., 2014). A concentração de cálcio e fosfato na saliva pode reduzir a solubilidade do esmalte e aumentar as forças motrizes para a remineralização, embora proteínas e outros constituintes orgânicos da saliva contribuam também com propriedades anti-erosão significativas (Karlinsky, Mackey, Blanked & Schwandt, 2012).

O aumento da concentração de cálcio na placa conduz a uma redução da porosidade do esmalte e consequentemente o seu endurecimento. A relação entre os níveis de flúor e cálcio no biofilme é linear, pois a capacidade de a placa reter flúor por períodos mais longos é determinada principalmente pela concentração de cálcio devido à quelação de ambos (Karlinsky et al., 2012; Li et al., 2014).

5. Flúor

Attin, Zircel & Hellwing, (1998) , Attin, Deifuss & Hellwing, (1999) e Vieira, Ruben & Huysmans, (2005) comprovaram que o flúor tem a capacidade de induzir a formação de cristais de flúorapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ou de HAp fluoretada $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$, por ação direta com a estrutura inorgânica ou por transformação do fosfato de cálcio proveniente da saliva (Simmer et al., 1995). A substituição dos iões hidroxilos por fluoretos nos tecidos duros aumenta a estabilidade diminuindo a energia livre e a consequente solubilidade do mineral. Por este motivo quando exposta a um ambiente ácido a flúorapatite é mais resistente à dissolução que a HAp (Simmer et al., 1995; Moreno et al., 2014).

Após a utilização de uma pasta de dentes com flúor, este distribui-se na cavidade oral na superfície do dente, saliva, tecidos moles, e no biofilme da placa, onde pode ser mantido por bactérias através das ligações entre flúor e cálcio. O flúor pode ser depositado na superfície do esmalte através da formação de CaF_2 . Este depósito pode atuar como

barreira física evitando o contacto do ácido com o esmalte subjacente, ou como reservatório de flúor para proteção do mineral, que em contacto com um pH mais ácido suprime a desmineralização no local (Li et al., 2014).

Com o aumento de pH, a presença de flúor livre impulsiona a remineralização. A literatura demonstra uma relação inversamente proporcional entre as concentrações de flúor na placa, com a prevalência da desmineralização ácida bacteriana. Porém quando afetado por erosão ácida, ao contrário da cárie dentária, a superfície do dente encontra-se limpa eliminando o efeito da barreira de difusão do biofilme da placa (Soares, 2015; Wang, Joiner, Unilever, & Sunlight, 2016).

A cárie dentária e a erosão, por serem patologias diferentes, os regimes e concentrações utilizadas de flúor não são os mesmos. Na existência de cárie dentária não é aconselhado a utilização de flúor a altas concentrações, por provocar uma redução nas trocas de iões do esmalte e consequente diminuição da difusão de iões de flúor para superfície abaixo da lesão. Preferencialmente devem ser aplicadas baixas concentrações com uma maior frequência (Featherstone, 1999) . O principal objetivo da aplicação do flúor na erosão dentária é de parar a progressão da lesão, reduzindo a solubilidade por ácido da superfície, estando indicado o uso de altas concentrações (Attin et al., 1999). Com o continuo processo erosivo, a dureza da superfície do esmalte diminui e o desgaste mecânico aumenta, fornecendo ao flúor pouco tempo e oportunidade para conseguir remineralizar (Huysmans & Young, 2014).

De acordo com a literatura existem dois mecanismos do efeito preventivo do flúor em condições de erosão dentária: uma proteção temporária do esmalte através da formação de uma camada semelhante ao fluoreto de cálcio (CaF_2), dissolvida quando exposta a soluções ácidas de alta concentração (Li et al., 2014) ou uma capacidade de criar um revestimento ou camada de esmalte de superfície, rica em metal mais resistente ao efeito do ácido, característica da utilização de fluoretos metálicos polivalentes, como o fluoreto de estanho. Em ambos os casos, quando exposto a um ambiente de alto desafio, a proteção é considerada de curta duração existindo a necessidade de aumentar a frequência da aplicação (Huysmans et al., 2014).

Como prevenção de erosão o flúor pode ser aplicado de diferentes formas tais como, vernizes, colutórios, géis e pastas de dentes, que apresentam melhores resultados

comparativamente com a incorporação do flúor nos refrigerantes (Ren et al., 2011). Os vernizes com alta concentração, são muito usados na prevenção da erosão dentária devido à duração da dissolução a longo prazo do flúor, que permite aplicações menos frequentes, a cada 3 ou 6 meses, pela deposição da camada de fluoreto de cálcio (Attin, Grieme, Paqué, Hannig, Buchalla & Attin, 2005).

A alteração da composição química da superfície do esmalte erodido e remineralizado é acompanhada por diferenças nas propriedades morfológicas e mecânicas. Apesar de não demonstrarem alterações a um nível molecular da estrutura do esmalte, os testes de microdureza, providenciam informação sobre as propriedades mecânicas do esmalte e dentina (Kim et al., 2016).

6. Testes de Microdureza

Quando uma determinada força é aplicada num corpo, é produzida uma reação com a mesma intensidade e direção oposta que resulta de uma tensão interna. A dureza é um parâmetro utilizado para avaliar a resistência do material à deformação provocada por penetração (Wang, D'alpino, Lopes, & Pereira, 2003).

Os testes de dureza são muito utilizados em Medicina Dentária no estudo das propriedades físicas dos materiais e na medição da dureza do esmalte e dentina. Esta medição é feita através da indentação com pontas de diamante, com forma geométrica específica a uma determinada carga e duração. Para determinar a alteração da dureza nos tecidos duros provocada pela erosão dentária são utilizados com frequência os testes de microdureza de Vickers e Knoop, capazes de revelar estados iniciais de dissolução do esmalte e dentina associados ao enfraquecimento da superfície, (Chuenarrom, Benjakul, & Daosodsai, 2009; Attin & Just, 2014).

Os valores de microdureza são calculados através da medição do comprimento da indentação e da carga aplicada. Após a remoção do indentador as diagonais são medidas, através de um microscópio e é calculado o rácio entre a área da indentação e a carga exercida. Para uma medição mais precisa, em ambos os testes, as superfícies necessitam de se encontrar previamente polidas e colocadas numa posição perpendicular ao longo do eixo do indentador. Quando utilizados em dentes naturais existem algumas limitações na sua precisão (Schlueter, Hara, Shellis, & Ganss, 2011).

O teste de Vickers apresenta uma indentação de forma tetra-piramidal e a sua diagonal corresponde aproximadamente a 1/3 do comprimento da diagonal do teste de Knoop, enquanto a indentação deste apresenta uma forma geométrica romboide (Wang et al., 2013). Apesar de ambos necessitarem de superfícies polidas, o teste de Knoop é mais sensível às condições da superfície exigindo um polimento mais profundo, ao mesmo tempo o teste de Vickers tem demonstrado uma maior sensibilidade a erros de medição. Em relação à profundidade da indentação, o teste de Vickers apresenta uma profundidade duas vezes maior que o teste de Knoop, razão pela qual o teste de Knoop consegue refletir com maior rigor a alteração da dureza da superfície do esmalte, quando exposto aos processos de desmineralização e remineralização (Wang et al., 2003; Schlueter et al., 2011).

7. Restaurações Diretas a Resina Composta

No passado a reabilitação de dentes erodidos era feita através de reabilitação fixa por coroas ou pontes extensas. Com o aparecimento dos sistemas adesivos tornou-se possível uma reabilitação muito menos invasiva (Lien & Vandewalle, 2009).

As resinas compostas são constituídas por partículas de carga inorgânica e por uma matriz orgânica, formada por monómeros dimetacrilatos como o bis-GMA, TEGDMA e UDMA, ligadas covalentemente por um agente de união denominado silano. Em Medicina Dentária as resinas compostas utilizadas são polimerizadas através dos radicais livres que podem ser ativados quimicamente (autopolimerizáveis), por uma energia de ativação externa (fotopolimerizadas), ou por ambas (dupla polimerização) (Ferracane, 2010).

Tal como descrito anteriormente, o tratamento restaurador pode ser necessário quando a integridade da estrutura dentária se encontra comprometida, por motivos estéticos, grande sensibilidade ou quando existe a possibilidade de ocorrer exposição pulpar (Attin & Wegehaupt, 2013). As boas propriedades estéticas, durabilidade adequada e biocompatibilidade fazem das resinas compostas um material restaurador de eleição, contudo o desgaste e a fratura por mastigação e a micro-infiltração após a contração por polimerização, são a principal preocupação na sua utilização (Ferracane, 2010). Com o aumento da quantidade de partículas inorgânicas, pela diminuição do tamanho das mesmas, ocorre uma melhoria das propriedades mecânicas e uma

diminuição da contração à polimerização (Beun, Glorieux, Devaux, Vreven, & Leloup, 2005).

O desgaste por erosão e abrasão dos compósitos foi estudado por alguns autores que concluíram que ao contrário do ionómero de vidro e compósitos modificados por políácidos, as resinas híbridas e nano híbridas mostraram-se mais resistentes aos ataques ácidos (Beun et al., 2005; Attin et al., 2013).

A utilização de resinas compostas numa restauração direta permite a substituição apenas do tecido duro perdido pelo desgaste, contudo em dentes posteriores, quando a extensão da cavidade é muito grande é aconselhado o uso de restaurações indiretas (Attin et al., 2013).

8. Sistemas Adesivos

A adesão consiste na junção de um substrato ao esmalte ou dentina. A evolução dos sistemas adesivos veio revolucionar a Medicina Dentária preventiva e restauradora com o conceito de uma dentisteria mais conservadora e minimamente invasiva, em que o sucesso da restauração depende do sistema adesivo e não da retentividade da cavidade (Cardoso et al., 2011; Sofan, Sofan, Palaia, Tenore, Romeu & Migliau, 2017).

Os sistemas adesivos são compostos por monómeros de resina que se unem ao material restaurador após polimerização. O principal mecanismo de adesão ao esmalte baseia-se num processo onde os minerais presentes nos tecidos duros são substituídos por monómeros de resina que, após a polimerização, acabam por permanecer retidos nos microporos da superfície dentária com a criação de *resin tags* (Perdigão, 2007).

Para que ocorra esta micro retenção é necessária uma desmineralização prévia dos cristais de HAp, tal como comprovado pela primeira vez em 1955, por Bounocore, com o uso de ácido fosfórico a 85% (Perdigão, 2007; Sofan et al., 2017). Esta técnica foi posteriormente alterada para concentrações e tempo de aplicação menores, devido ao condicionamento ácido a 30/40% apresentar uma dissolução de prismas de esmalte, clinicamente comprovada, que permite um aumento da energia de superfície e consequente alta molhabilidade pela resina (Cavallheiro & Ramos, 2009).

Uma boa adesão ao esmalte é dependente de uma alta energia de superfície, contudo esta é baixa após os procedimentos de preparação para uma restauração, devido à permanência de componentes residuais à superfície intitulado por *smear layer* (Perdigão, 2007). Os constituintes do *smear layer* representam uma barreira física no contacto direto do adesivo com a superfície de esmalte e dentina e devem ser, por isso, dissolvidos ou permeabilizados. A classificação dos sistemas adesivos depende da sua interação com a *smear layer*. Podem atuar com ácido à parte, denominados de *etch-and-rinse*, ou podem incorporar *primers* acídicos, chamados de *self-etch* (Figura 4) (Marshall, Bayne, Baier, Tomsia, & Marshall, 2009).

8.1.Sistemas Adesivos *Etch-and-rinse*

Os sistemas adesivos *etch-and-rinse* apresentam ácido, usualmente ortofosfórico 35-37%, em separado. Este atua no esmalte e na dentina removendo a *smear layer* e desmineralizando os cristais de HAp mais superficiais. Após o ataque ácido, uma mistura de solventes orgânicos com monómeros de resina, denominados *primer*, infiltram-se na dentina desmineralizada (Meena & Jain, 2011). Estes monómeros têm a função de permeabilizar os espaços ocupados pela água entre as fibras de colagénio adjacentes, anteriormente ocupados pelos cristais de hidroxiapatite. Os adesivos *etch-and-rinse* podem apresentar-se como um sistema de dois ou três passos (Perdigão, 2007).

8.2.Sistemas Adesivos *Self-etch*

Estes sistemas adesivos foram criados com a finalidade de controlar a sensibilidade provocada pelo ácido ortofosfórico dos sistemas *etch-and-rinse*. A utilização de ácido em separado não é aplicada nestes sistemas uma vez que o adesivo contém monómeros acídicos incorporados no *primer*. Este monómeros, condicionam o esmalte e dentina em simultâneo provocando uma dissolução parcial da *smear layer* e da HAp (Perdigão, 2007). Os adesivos *self-etch* criam uma camada híbrida que incorpora tanto minerais como a *smear layer*. Estes sistemas adesivos podem-se apresentar como um método de dois passos, com *primer* e *bond* em separado, ou podem ser chamados de adesivos *all in one*, quando *primer* e *bond* estão em apenas uma solução, o que facilita a sua aplicação pelo clínico, reduzindo o tempo do procedimento (Sofan et al., 2017).

8.3.Sistemas Universais

Existe uma nova família de sistemas adesivos recentemente introduzidos chamados de universais ou *multi-mode* capazes de aderir a diferentes substratos. Os adesivos universais podem ser aplicados como *etch-and-rinse* de dois passos ou como self-etch de um passo, dando ao Médico Dentista a possibilidade de escolher o método a utilizar (Perdigão et al., 2014).

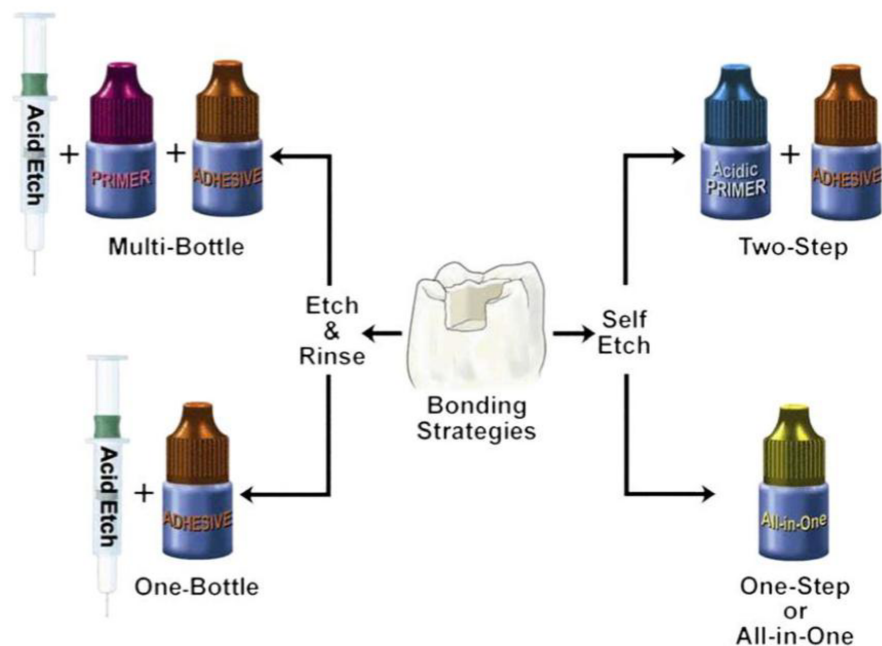


Figura 4 - Representação esquemática das estratégias adesivas (adaptado de Perdigão, 2007)

A rápida evolução dos sistemas adesivos levou a um desenvolvimento da Medicina Dentária restauradora, porém, apesar destes avanços a interface parece continuar a ser o ponto mais fraco da adesão. Idealmente, a adesão à estrutura dentária, deve proporcionar uma micro retenção e vedação marginal de uma forma relativamente simples e com grande durabilidade (Armstrong, Breschi, Özcan, Pfefferkorn, Ferrari & Meerbeek, 2017).

9. Teste Microtração

Em 1994, Sano et al., apresentou o teste de Microtração (μ TBS), com a finalidade de estudar a resistência da força adesiva dos sistemas. A resistência adesiva é calculada através da divisão da força aplicada (em μ TBS), para que ocorra a fratura, pela área da interface aderida (Armstrong, Geraldi, Maia, Raposo, Soares & Yamagawa, 2010).

A resistência diminui com o aumento do volume e a área da secção transversa, pelo facto de a interface não ser considerada uma camada uniforme podendo apresentar bolhas de ar e irregularidades. A distribuição das forças de stress em testes de microtração é considerada mais uniforme do que, por exemplo, no teste de cisalhamento muito utilizado anteriormente (Scherrer, Cesar & Swain, 2009; Sirisha, Rambabu, Ravishankar, & Ravikumar, 2014).

Os palitos são fixados a um *jig* metálico e posteriormente sofrem forças de tração a uma velocidade constante de 0,5 a 1mm/min, até ocorrer a fratura. O valor da força é registado através do qual se calcula a resistência adesiva (Armstrong et al., 2017).

As amostras necessárias para a execução deste teste apresentam um tamanho de aproximadamente 1mm², enquanto o teste de tração macro necessita de uma área superior a 3mm² (Figura 5). Esta diminuição do tamanho permite uma recolha de um maior número de palitos de apenas um dente, com a presença de porções de esmalte ou dentina diferentes de acordo com as normas ISO/TS 11405:2015. A área de adesão necessária é mais pequena em relação a outros testes de tração, por este motivo está comprovado que o teste de Microtração apresenta valores com uma menor margem de erro (Armstrong *et al.*, 2010). Outros fatores como a fixação ao *jig*, a velocidade da carga e o alinhamento da amostra podem influenciar os resultados finais (Sano et al., 1999; Scherrer et al., 2009).

Apesar dos resultados do teste de microtração serem considerados mais validos é de realçar que é uma técnica mais demorada e com maior sensibilidade. Quando testados todos os palitos, os resultados podem ser tratados através de um método estatístico de modo a que seja calculada uma média e desvio padrão da resistência adesiva do sistema adesivo em estudo (Meerbeek, Peumans, Poitevin, Mine, Van Ende, Neves & Munck, 2010).

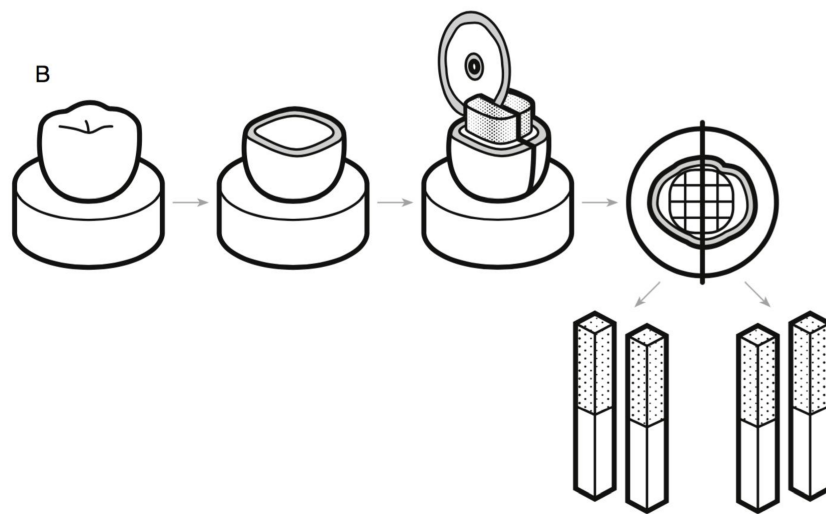


Figura 5 - Preparação das amostras para testes de microtração (adaptado de Armstrong et al., 2010)

II. Objetivos e Hipóteses

Este estudo teve como objetivo determinar a capacidade de remineralização de esmalte erodido com um regime de alta concentração em flúor e estudar a influência da remineralização prévia nas forças de adesão de restaurações diretas a resina composta.

Hipóteses

Hipótese nula 1: A microdureza do esmalte erodido remineralizado com alta concentração de flúor não difere da microdureza do esmalte erodido não remineralizado, do esmalte erodido e remineralizado com baixa concentração de flúor ou do esmalte não erodido e remineralizado com baixa concentração de flúor.

Hipótese nula 2: As forças de adesão de restaurações diretas a esmalte erodido remineralizado com flúor a alta concentração não diferem das forças de adesão de restaurações diretas a esmalte erodido não remineralizado, a esmalte erodido e remineralizado com baixa concentração de flúor ou a esmalte não erodido e remineralizado com baixa concentração de flúor.

Hipótese alternativa 1: A microdureza do esmalte erodido remineralizado com alta concentração de flúor difere da microdureza do esmalte erodido não remineralizado, do esmalte erodido e remineralizado com baixa concentração de flúor ou do esmalte não erodido e remineralizado com baixa concentração de flúor.

Hipótese alternativa 2: As forças de adesão de restaurações diretas a esmalte erodido remineralizado com flúor a alta concentração diferem das forças de adesão de restaurações diretas a esmalte erodido não remineralizado, a esmalte erodido e remineralizado com baixa concentração de flúor ou a esmalte não erodido e remineralizado com baixa concentração de flúor.

Efeito de um regime preventivo da erosão dentária com elevada concentração de flúor nas forças adesivas de restaurações diretas

III. Materiais e Métodos

1. Seleção, Preparo e Armazenamento das Amostras

Neste estudo foram utilizados 40 incisivos centrais provenientes de 20 mandíbulas de bovino cedidas pelo Matadouro Regional de Mafra S.A. Os incisivos foram extraídos com auxílio de instrumentos cirúrgicos como sindesmótomo, alavanca e boticão. Das amostras recolhidas foram selecionados apenas dentes hígidos que não apresentavam lesões ao nível do esmalte (Figura 6). Os tecidos orgânicos foram retirados com curetas Gracey $\frac{3}{4}$.



Figura 6 - Incisivo inferior de bovino.

Durante os primeiros 7 dias, as amostras foram armazenadas em cloramina tri-hidratada (1%), num recipiente esterilizado com tampa de plástico (100ml). Após o período em cloramina a solução foi trocada por água destilada, renovada a cada 7 dias e colocada a uma temperatura de 4°C (ISO/TS 11405: 2015) até ao início do estudo.

Os dentes foram estabilizados e fixados com cera colante a um fixador de dentes para se proceder à separação da coroa e raiz ao nível da junção amelocimentária no sentido vestíbulo lingual com a ajuda de um Micrómetro de tecidos duros (Accutom-50, Struers, Dinamarca) (Figura 7). Posteriormente as coroas foram higienizadas com uma escova profilática a baixas rotações.



Figura 7 - Micrómetro de tecidos duros.

2. Preparo Cavitário e Preenchimento da Câmara Pulpar

De maneira a facilitar o acesso à câmara pulpar foi feita uma abertura com broca de turbina diamantada com 8mm de diâmetro e utilizado um escavador de dentina para remover todos os restos pulpares. Após lavagem e secagem com jato de ar/água foi efetuado o condicionamento com ácido ortofosfórico 37% durante 15s seguido por novo processo de lavagem e secagem. Foi aplicado Sistema adesivo ScotchBond™ Universal (3M ESPE, MN, E.U.A.) em 5 camadas com ajuda de um *microbrush*, secado durante 5 segundos com jato de ar e fotopolimerizado durante 10s. A câmara pulpar foi preenchida com Resina Composta Filtek™ Z500 (3M ESPE, MN, E.U.A.) em camadas de 2mm com os excessos retirados com uma espátula angulada e fotopolimerizado durante 10s de acordo com as regras do fabricante.

3. Padronização do Esmalte Vestibular

As faces vestibulares dos incisivos foram aplanadas e polidas com lixas SIC de grão 600 (Buehler® Ltd, Lake Bluff, IL, USA) numa máquina de polimento rotacional (LaboForce-1, Struers, Dinamarca) (Figura 8) com constante refrigeração de água corrente. Após a padronização os dentes foram lavados e armazenados em água destilada a 4°C.



Figura 8 - Máquina de polimento rotacional

4. Distribuição da Amostra

Os 40 dentes foram distribuídos aleatoriamente por 4 grupos experimentais (n=10), usando a função “*rand*” do programa Excel (Microsoft Office, 2016), e armazenados separadamente em 4 frascos de plástico com tampa.

O primeiro grupo (Grupo Er), apenas foi submetido ao protocolo de erosão. O segundo grupo (Grupo Er-NaF), foi submetido a um protocolo de erosão e de remineralização com fluoreto de sódio a baixas concentrações. O terceiro grupo (NaF), não passou por protocolo de erosão, porém foi remineralizado com fluoreto de sódio a baixas concentrações. Os três grupos descritos foram utilizados como grupos de controlo. Um quarto grupo (Grupo Er-F5000), grupo teste, foi submetido a um protocolo de erosão e de remineralização com Flúor a altas concentrações (Figura 9). Todos os dentes foram numerados com caneta de acetato na face palatina.

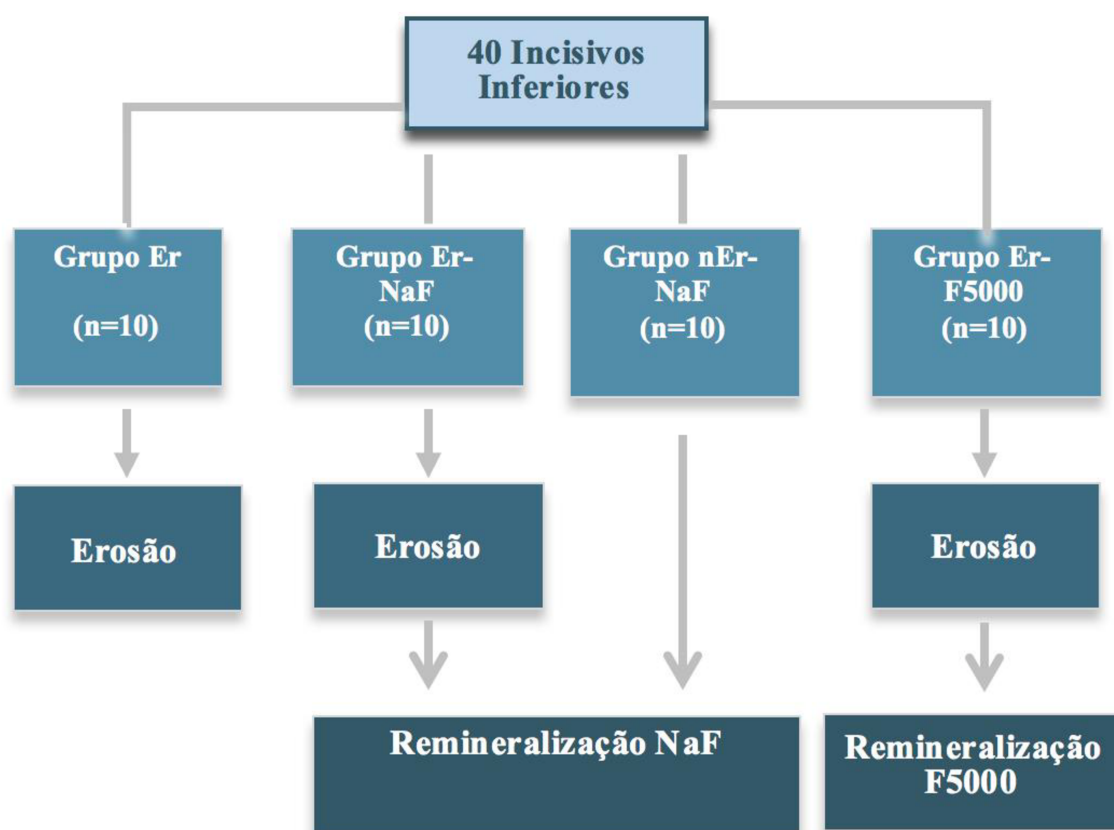


Figura 9 - Distribuição dos grupos experimentais.

5. Teste de Microdureza

Antes da execução do protocolo de erosão e remineralização, todas as amostras de cada grupo foram submetidas a uma avaliação inicial da microdureza de Vickers (t_0). O teste de microdureza de Vickers foi realizado utilizando o Microdurómetro digital Vickers (Shimadzu Corporation – Kyoto, Japan) (Figura 10) com carga de 4,903 N durante 5s (Figura 11). A microdureza foi medida novamente 1 dia após o início do protocolo de erosão (t_1) nos grupos (Er, Er-NaF e Er-F) e no final do processo erosão e remineralização (t_2) em todos os grupos. Todos os valores foram registados e comparados.



Figura 11 – Teste de Microdureza de Vickers.

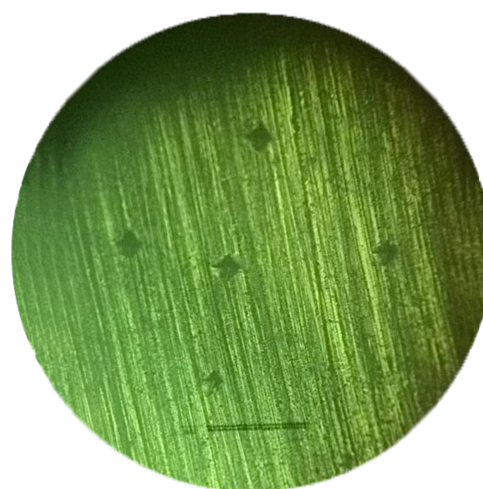


Figura 10 – Exemplo de indentações pelo teste de Microdureza de Vickers.

6. Erosão e Remineralização

Após a medição inicial da microdureza, os grupos (Er, Er-NaF e Er-F5000) foram sujeitos a um protocolo de erosão, dividido em 3 ciclos de 2 minutos de agitação continua num recipiente com 5 cm de diâmetro, contendo 25 ml de solução erosiva de *Sprite*[®] (Figura 12). Estes processos de erosão apresentavam intervalos de 3h. Após o final de cada ciclo as amostras foram sempre lavadas com água corrente durante 30s e armazenadas num recipiente em 10ml de saliva artificial (para detalhes sobre a composição da saliva artificial ver anexo I), com pH de 7, a 37°C em estufa (Memmert INE 400, Memmert, Germany) até ao período erosivo seguinte. Do segundo dia até ao quinto e último dia de protocolo de erosão, os grupos (Er-NaF, Er-F e NaF), erosão, os grupos (Er-NaF, Er-F e NaF), antes do primeiro ciclo de erosão do grupo (Er), foram submetidos a um processo de remineralização. Este consistiu em colocar as amostras

num recipiente contendo uma suspensão de pasta e saliva artificial (1:3), de forma a que a superfície de esmalte se encontrasse totalmente coberta pela suspensão. Foi utilizada pasta Paradontax[®] (composição no anexo II) com 1450 ppm de flúor para os grupos Er-NaF e nEr-NaF. A pasta utilizada para a remineralização do grupo Er-F5000 foi a pasta Duraphat[®] (composição anexo III) (Figura 13) da Colgate[®] com 5000 ppm de flúor. As amostras foram escovadas com uma escova profilática elétrica paralela à superfície durante 15 segundos. No final do ciclo de remineralização, as amostras foram lavadas em água corrente durante 30s e armazenadas em saliva artificial novamente em estufa (Memmert INE 400, Memmert, Germany) a 37°C até ao período erosivo seguinte. No final do 5º dia de protocolo de erosão e remineralização as amostras ficaram armazenadas em água destilada em estufa durante 24h até à adesão das restaurações diretas.



Figura 12 - Sprite[®]



Figura 13 – Pasta Duraphat[®] para grupo Er-F5000.

7. Restaurações Diretas

As amostras sofreram um condicionamento com ácido ortofosfórico a 37% nas zonas planas das superfícies vestibulares com posterior lavagem e secagem com jato de ar/água para adesão com sistema adesivo ScotchBondTM Universal (3M ESPE, MN, E.U.A.) (Figura 14) em 5 camadas com ajuda de um microbrush, seco durante 5 segundos com jato de ar e fotopolimerizado (Figura 15) durante 10s.

Após aplicação do sistema adesivo foram confeccionadas restaurações diretas a resina composta, FiltekTM Supreme XTE (3M ESPE, MN, E.U.A.) (Figura 16), em forma de disco, com auxílio de uma chave de placa termoplástica de espessura 1,5mm, para que as restaurações apresentassem uma espessura entre 5 e 6mm e diâmetro superior à zona da

adesão. A resina composta foi aplicada em camadas de 2 em 2 mm com o auxílio de uma espátula angulada e fotopolimerizada durante 20s.



Figura 14 - Sistema adesivo ScotchBond™ Universal.



Figura 15 - Fotopolimerizador.



Figura 16 - Resinas compostas Filtek™ Supreme XTE.

Todos os grupos foram armazenados separadamente em recipientes com saliva artificial, numa estufa (Memmert INE 400, Memmert, Germany) a 37°C (Figura 17) antes de serem preparadas para o teste de forças adesivas.



Figura 17 - Estufa (Mettmert INE 400, Metmert, Germany).

8. Preparação das Amostras para teste de Forças Adesivas

Como preparação das amostras para o teste de microtração, os dentes com restauração aderida, foram fixados uma vez mais com cera colante a um fixador. O micrómetro de tecidos duros, anteriormente utilizado, foi programado para realizar múltiplos cortes no sentido transversal e longitudinal a uma velocidade de 0.125mm/min e um espaçamento de $0,8\text{mm} \pm 0,2\text{mm}$ entre si (Figura 18). Um último corte foi feito paralelo ao suporte de fixação com a finalidade de libertar os palitos obtidos.

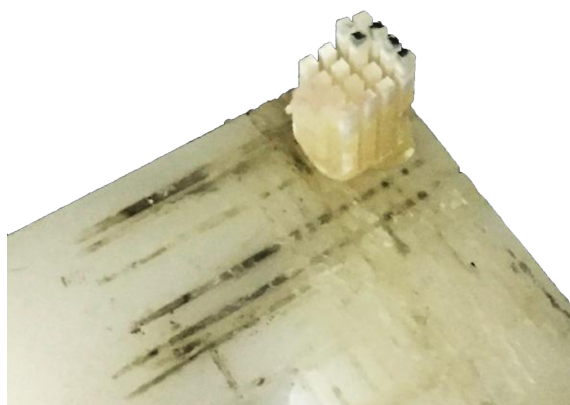


Figura 18 - Corte dos palitos para teste de forças adesivas

9. Teste de Microtração

Cada palito obtido por amostra foi colado a um *jig* de aço inoxidável (Figura 19), com cola cianoacrilato (Zapit® Ventures of America, Corona, USA), e colocado na máquina de teste universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Tóqui, Japão) (Figura 20), programada para uma velocidade de tração de 0,5mm/min.



Figura 20 – Palito colocado no *jig*.



Figura 19 – Máquina de Teste Universal.




Após a fratura de cada palito, foi registada a força exercida pela máquina e medida a área da superfície aderida com a ajuda de uma craveira (Digital Caliper, BS Pyromatic, India) (Figura 21) no sentido x e y.



Figura 21 – Craveira digital.

O local da quebra foi analisado com auxílio do microscópio ótico, de maneira a classificar se o tipo de fratura tinha sido coesiva, adesiva ou mista.

Tabela 1 - Ilustração da classificação dos tipos de fratura.

Adesiva		Interface esmalte - resina
Coesiva		Unicamente no esmalte ou resina
Mista		No esmalte e resina

**Figura 22** - Microscópio Ótico.

Efeito de um regime preventivo da erosão dentária com elevada concentração de flúor nas forças adesivas de restaurações diretas

IV. Resultados

Análise Estatística

A análise estatística envolveu duas variáveis dependentes quantitativas: a “microdureza” (MD) e a “força adesiva” (FA). Para além destas duas variáveis testou-se também a variável qualitativa “tipo de fratura”. Fixou-se como referência para aceitar ou rejeitar a hipótese nula um nível de significância $(\alpha) \leq 0,05$.

Foram usados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para testar a normalidade de distribuição dos valores. Uma vez que estes não apresentaram uma distribuição normal, e não existia igualdade de variâncias entre os grupos, foram usados testes não-paramétricos para a análise dos resultados.

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparações entre vários grupos.

Uma vez que se encontrou uma diferença estatisticamente significativa entre os valores de MD inicial para os vários grupos ($p < .001$), foi utilizada a MD relativa na restante análise estatística. A MD relativa foi calculada pela seguinte fórmula:

$MD_{relativa} = (MD_i / MD_0) \times 100$, em que MD_i é a MD no ponto t_1 ou t_2 , e MD_0 é a MD inicial.

O teste de Friedman foi utilizado para comparar longitudinalmente os valores de MD relativa, utilizando o teste de Wilcoxon para comparações emparelhadas.

O teste do Qui-quadrado foi utilizado para testar a relação entre a percentagem de cada tipo de fratura ocorrido e os grupos de teste.

A análise estatística foi efetuada com o programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 23.0 para Windows (SPSS 23.0, IBM SPSS) e o programa EXCEL 2010 para Windows 10.

Valores de Microdureza de Vickers

Os valores de MD foram medidos 3 vezes: no início do estudo MD₀ que se considerou t₀, no final do primeiro dia de erosão (apenas para os grupos erodidos) MD₁, que se considerou t₁ e no final do estudo MD₂, que se considerou t₂ (tabela 2).

O valor da média de MD₀ absoluta encontrado para todos os grupos foi de 410.3±133.9 VHN.

Tabela 2 – Valores de MD relativa (%) para os grupos em t₀, t₁ e t₂.

	T0	T1	T2
Grupo (Er)	100^a	106.85±46.39^a	90.17±29.41^b
Grupo (Er-NaF)	100^a	86.99±44.82^b	86.98±40.85^b
Grupo (Er-F5000)	100^a	89.92±47.60^b	102.18±44.95^{a, c}
Grupo (nEr-NAF)	100^a	n.m.	125.91±66.56^a

O teste de Friedman mostrou para todos os grupos erodidos, diferenças estatisticamente significativas entre os valores de MD relativa em t₀, t₁ e t₂, representadas pelas diferentes letras em sobrescrito.

O grupo Er, onde foi aplicado apenas o protocolo de erosão, apresentou uma MD relativa em t₂ (90.17±29.41 %) estatisticamente inferior ao valor em t₁ (106.85±46.39 %) (p=0.001) e em t₀ (100%) (p=0.008). Entre t₀ (100%) e t₁ (106.85±46.39 %) não se verificaram diferenças estatisticamente significativas (p=0.782).

O grupo Er- NaF, onde foi aplicado o protocolo de erosão e remineralização com pasta de fluoreto de sódio, apresentou uma média relativa em t₂ (86.98±40.85%)

estatisticamente com um valor semelhante em t_1 ($86.99 \pm 44.82\%$) ($p=0.981$) e estatisticamente inferior a t_0 (100%) ($p=0.007$). Entre t_0 (100%) e t_1 ($86.99 \pm 44.82\%$) verificou-se diferenças estatisticamente significativas ($p=0.001$).

O grupo Er-F5000, onde foi aplicado o protocolo de erosão e remineralização com pasta fluoretada (5000 ppm), apresentou um valor de média relativa em t_2 ($102.18 \pm 44.95\%$) estatisticamente superior quando comparado com o valor de t_1 ($p=0.005$) e quando comparado com t_0 (100%) ($p=0.004$). Entre t_0 (100%) e t_1 ($89.92 \pm 47.60\%$) verificou-se uma diminuição estatisticamente significativa ($p=0.004$).

O grupo nEr-NaF, onde foi aplicado apenas o protocolo de remineralização com pasta de fluoreto de sódio, apresentou um valor de média relativa em t_2 ($125.91 \pm 66.56\%$), estatisticamente superior quando comparado com o valor de t_0 (100%) ($p=0.111$).

Dos grupos erodidos, apenas o grupo Er-F5000 conseguiu recuperar a MD inicial após os ciclos de erosão/remineralização, revelando um valor de MD relativa estatisticamente semelhante ao inicial ($p=0.757$). Os grupos Er e Er-NaF tinham em t_2 valores de MD relativa estatisticamente inferiores aos valores iniciais ($p=0.008$ e $p=0.007$, respetivamente).

Valores das Forças Adesivas

Na figura 23 apresentam-se os valores de FA em Mpa para os diferentes grupos.

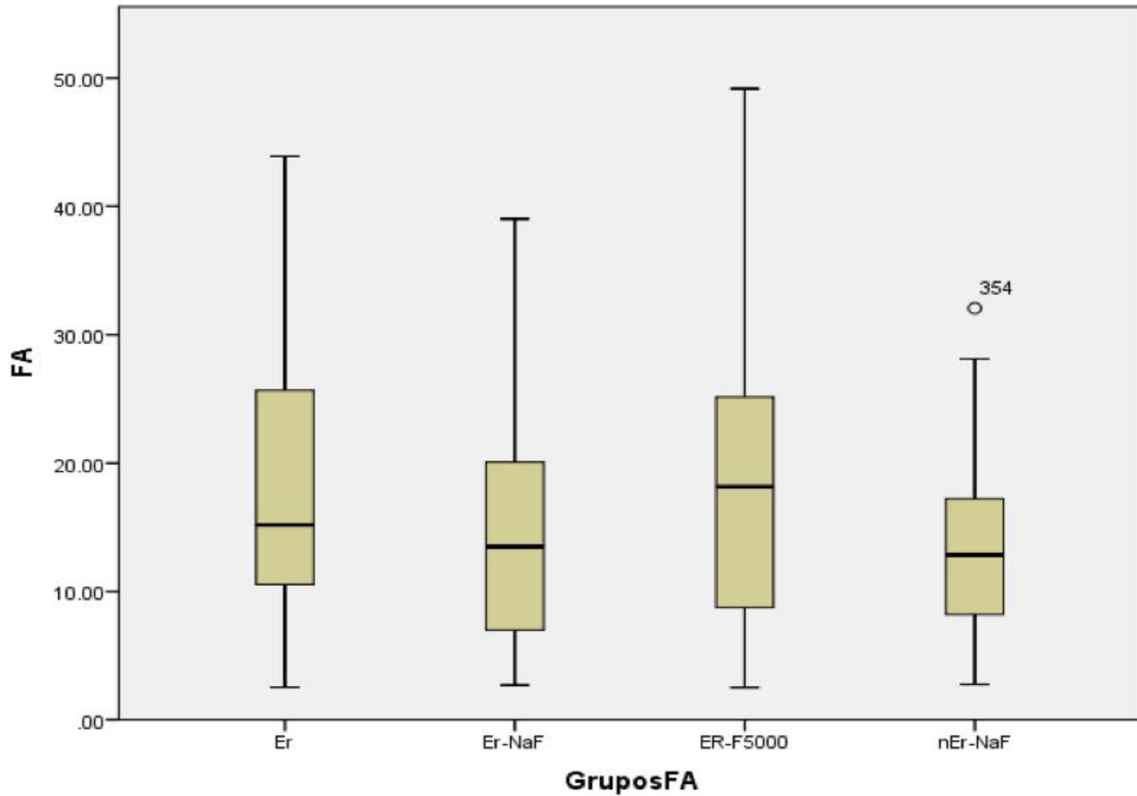


Figura 23 – Valores de forças de adesão (FA) em Mpa para os vários grupos.

Verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0.002$). Comparações múltiplas mostraram que as FA do grupo Er-F5000 superaram apenas as do grupo nEr-NaF ($p=0.015$). Observaram-se também diferenças estatisticamente significativas entre os grupos: Er e nEr-NaF ($p=0.020$), e entre nEr-NaF e Er-F5000 ($p=0.015$).

Resultados dos tipos de fratura

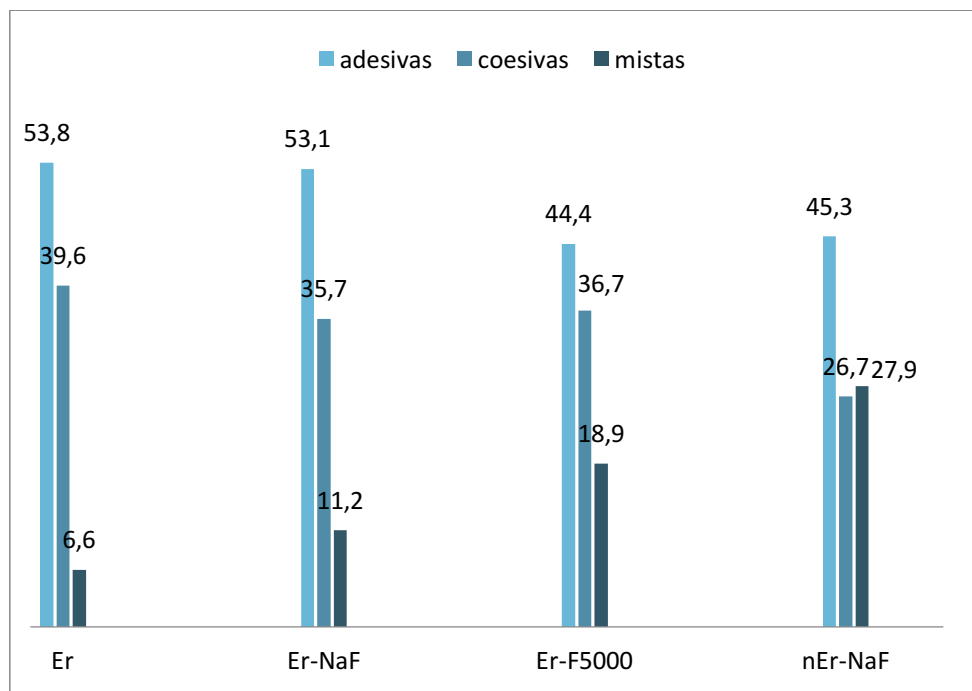


Figura 24 – Percentagens do tipo de fraturas.

A frequência de cada tipo de fratura foi analisada pelo teste de Qui-quadrado, tendo-se verificado que a distribuição do tipo de fratura é dependente do grupo de estudo ($p=0.006$). Como se pode observar na figura 24, a percentagem de fraturas adesivas foi superior às restantes em todos os grupos.

Efeito de um regime preventivo da erosão dentária com elevada concentração de flúor nas forças adesivas de restaurações diretas

V. Discussão

Este estudo *in vitro* destinou-se a reproduzir, dentro das suas limitações, a remineralização com alta concentração de flúor em condições erosivas na cavidade oral, após o consumo de bebidas erosivas e estudar o efeito das mesmas nas forças de adesão de restaurações diretas.

A erosão dentária é considerada uma lesão não cariosa que pode afetar o esmalte ou dentina através da remoção de mineral inorgânico pela ação de ácidos não bacterianos. O desgaste erosivo pode ter uma origem multifatorial apesar de estar muito associado aos hábitos alimentares, principalmente ao aumento do consumo de bebidas carbonatadas e cítricas (Zero, 1996). Moazzez, Smith & Barlett (2000) e Johansson, Lingstrom, Imfeld, & Birkhed (2004) estudaram o efeito de bebidas carbonatadas e cítricas na população, apesar de fatores como capacidade tampão, fluxo e *clearance* da saliva serem características individuais a ter em conta, foi comprovada a associação da erosão dentária ao consumo das mesmas. De acordo com Shellis, Ganss, Ren, Zero e Lussi, (2011), a maneira de reproduzir erosão externa quando *in vitro* deve ser feita com bebidas carbonatadas ou cítricas, sendo o processo das carbonatadas considerado mais realista. Segundo testes de Lussi et al., (2003) a Sprite[®] é uma bebida carbonatada que apresenta um pH entre 2.6 e 3.6, capaz de provocar erosão ao nível do esmalte dentário, característica da exposição a pH inferior a 5.5. Em 2015, Zimmer, Kirchner Bizhang e Benedix, compararam a capacidade de erosão de várias bebidas com pH ácido e concluíram que a Sprite[®] apresentava um potencial erosivo cinco vezes maior que a Coca-cola[®] light.

De acordo com o desgaste dentário associado ao processo de erosão e após diagnóstico, o tratamento indicado passa por eliminar em primeiro lugar o agente erosivo e tentar reverter os danos com a prevenção de agentes remineralizantes. A formação da película adquirida formada pela saliva atua como barreira protetora da superfície do esmalte quando exposto a um ácido a curto prazo (Hannig & Balz, 1999). A saliva apresenta também um papel importante na renovação dos iões de cálcio e fosfato da Hap, porém como comprovado por Karlinsey, Mackey, Blanken e Schwandt, (2012) a sua ação encontra-se dependente do pH, das concentrações de cálcio, fosfato e flúor das bebidas. Alguns autores promovem a adição de suplementos às bebidas ácidas, apesar de estas não

serem suficientemente capazes de eliminar o potencial erosivo (Larsen & Richards, 2002).

Um fator a ter em conta quando observada erosão dentária, é a sua associação a outros tipos de desgaste como a abrasão. Quando associadas, erosão e a abrasão, o esmalte dentário é removido tão rapidamente como a sua formação, o que não permite ou reduz a capacidade de remineralização pela saliva, levando a um desgaste dentário 50% maior (Eisenburgera, Shellisb & Addy, 2003).

De acordo com Magalhães, Rios, Honório & Buzalaf, (2009) a ação do Flúor como remineralizador é na maioria atribuída à precipitação de fluoreto de cálcio nas superfícies dentárias erodidas, no entanto o papel da aplicação de flúor na prevenção dentária é ainda discutido e controverso. A utilização de altas concentrações de flúor em colutórios, géis, vernizes e pastas, demonstraram aumentar a resistência à abrasão e diminuir o desenvolvimento da erosão do esmalte e dentina em estudos in vitro e in situ (Ganss, Klimek, Brune & Schurmann, 2004; Magalhães, Rios, Delbem & Buzalaf, 2007)

Em casos de perda acentuada de volume dentário, de grande sensibilidade ou por fatores estéticos, poderá existir a necessidade de intervir com tratamentos restauradores (Dundar et al., 2014). A escolha do tipo de tratamento restaurador vai então depender de vários fatores, porém, com a evolução dos sistemas adesivos e da dentisteria minimamente invasiva, as restaurações diretas a resina composta são consideradas por Beun et al., (2005) e Attin et al., (2013) o tratamento de eleição na proteção do dente a futuras agressões.

A utilização de dentes de bovino em testes in vitro tem demonstrado vantagens em comparação com a utilização de dentes humanos, pela maior facilidade em obter grandes quantidades de dentes hígidos, com uma superfície vestibular maior (Yassen, Platt & Hara, 2011).

A nível estrutural o esmalte de bovino é semelhante contudo, os cristais de Hap apresentam maiores dimensões e maior porosidade o que resulta numa maior taxa de formação de lesões equivalente a uma erosão dentária três vezes mais rápida que no esmalte humano (Featherstone & Mellberg, 1981; Attin, Wegehaupt, Gries, & Wiegand, 2007). O esmalte humano apresenta um valor de microdureza de Vickers menor em

comparação com o esmalte de bovino, devido a uma menor densidade e maior concentração de cálcio e fosfato (Attin et al., 2007).

Feagin, Koulourides, e Pigman, (1969) demonstraram que o rácio Ca/P na remoção de conteúdo mineral durante a desmineralização é igual e as características de remineralização são as mesmas tanto em esmalte humano como de bovino. Os dentes de bovino são por isso muito utilizados em testes *in vitro*, no estudo de processos de erosão e de remineralização (Vieira et al., 2005; Kato et al., 2010; Amoras et al., 2012 ; Kim et al., 2016).

As forças de adesão em esmalte humano e esmalte de bovino foram comparadas por vários estudos reunidos por Yassen et al., (2011), onde se concluiu que não existem diferenças significativas entre ambos, sendo por isso o esmalte de bovino um substrato adequado para o presente estudo.

Para evitar a deterioração dos dentes, estes foram colocados em Cloramina Trihidratada 1% durante uma semana e armazenados posteriormente em água destilada a 4°C, de acordo com as normas ISSO/TS 11405:2015 (Isolan, Valente, Munchow, Basso, Pimentel, Schwantz, Silva & Moraes, 2014).

A superfície foi preparada numa máquina de polimento com refrigeração constante através da padronização com lixa SIC de grão 600 durante 60 segundos de maneira a criar uma superfície do esmalte plana necessária para teste de dureza e standarizar a *smear layer* produzida (Shellis et al., & Lussi, 2011; Isola et al., 2014).

Após distribuição das amostras foi medida a sua microdureza inicial, no final do primeiro dia de erosão e no final do protocolo de erosão/remineralização. O teste de microdureza de Vickers anteriormente utilizado por Maupomé, Aguilar-Avila, Medrano-Ugalde & Yánez (1999); Gonzalez-Cabezas, Jiang, Fontana & Eckert (2012) e Kim et al., (2016), é considerado um método de cálculo da perda de mineral, onde é esperada a diminuição da dureza após erosão e um aumento da mesma após remineralização. De acordo com Attin et al., 2014, a avaliação da dureza após erosão dentária deve ser feita através dos testes de Vickers ou Knoop, sendo o teste de Knoop considerado mais fiável quando calculada a dureza da superfície erodida, pelo facto da indentação de Vickers ser mais profunda. No entanto, devido a limitações de ordem técnica, no presente estudo

usou-se o teste de Vickers, o que juntamente com alguma inexperiência do operador, poderá explicar alguns valores de MD menos concordantes com o expectável.

O grupo de controlo Er, após um dia de erosão, apresentou um valor de microdureza superior ao da microdureza inicial sem evidência estatística significativa. Este resultado não foi o esperado pois através da literatura é comprovado que o valor de dureza diminui com a dissolução dos minerais pela erosão dentária (Maupomé et al., 1999; Kim et al., 2016) contudo, quando medida a microdureza no final do protocolo de erosão, esta apresentou um valor mais baixo do que o inicial com uma diferença estatisticamente significativa. O valor inesperado da medição em t_1 pode ser fundamentado pelo facto de o teste de microdureza de Vickers apresentar uma sensibilidade maior a erros de medição do que o teste de Knoop (Wang et al., 2003).

A erosão dentária foi provocada nos grupos de erosão através de três ciclos de 2 minutos de agitação com Sprite® durante 5 dias. O protocolo de simulação de erosão extrínseca é realizado por ciclos de agitação com a mesma duração em investigações feitas por Austin et al., (2011), pelo facto de a erosão in vivo não durar mais do que alguns minutos (Shellis et al., 2011).

As amostras foram sempre armazenadas entre processos erosivos, em saliva artificial numa estufa a 37°C, num ambiente húmido simulando o processo de remineralização in vivo (Moretto et al., 2010). No entanto, in vivo e mesmo em estudos in situ, o potencial erosivo é muitas vezes influenciado pela formação da película adquirida, o que no presente estudo não se conseguiu reproduzir. A utilização da saliva artificial simulou apenas a capacidade remineralizadora da saliva.

Os grupos Er-NaF e nEr-NaF foram escovados 1 vez por dia com pasta de NaF 14500 ppm de F e o grupo Er-F5000 com pasta com 5000ppm de F, diluídas em saliva artificial com escova elétrica de forma a diminuir o efeito da abrasão e um realçar a remineralização (Attin et al., 1998).

De acordo com os resultados de microdureza obtidos, o flúor a altas concentrações apresentou uma capacidade de remineralizar o esmalte após erosão, aumentando seu valor de microdureza, enquanto a pasta com concentrações de flúor mais baixas não apresentou a capacidade de remineralizar o esmalte. O resultado desta

comparação encontra-se em concordância com os estudos de Moretto et al., (2010), Ren et al., (2011).

Rios, Magalhães, Polo, Wiegand, Attin e Buzalaf, num estudo publicado em 2008, constataram que, apesar da redução da perda de esmalte com a utilização de pastas fluoretadas de 5000 e 1000 ppm, estas não tinham a capacidade de proteger efetivamente o tecido dentário da erosão. Esta diferença de resultados pode-se justificar pela não utilização de um teste de dureza, mas de profilometria. Ganss, Klimek, Schäffer e Spall, (2001), afirmaram que apesar de estar comprovada a redução da progressão da erosão do esmalte quando utilizado flúor a altas concentrações, este apresenta um efeito ainda mais pronunciado na dentina.

A adesão da resina composta ao esmalte foi feita através do sistema adesivo ScotchBond™ Universal, pelo método *etch-and-rinse*. As amostras sofreram um condicionamento prévio com ácido ortofosfórico a 37%, de maneira a formar microporosidades no esmalte, capazes de criar forças de retenção mecânicas que proporcionam uma melhor adesão da restauração (Meerbeek et al., 2010).

Após adesão das restaurações, as amostras foram armazenadas novamente em saliva artificial a 37°C durante 24h, como sugerido e reproduzido por vários autores (Shellis et al., 2011; Perdigão et al., 2014).

As amostras foram cortadas em palitos com um espaçamento de $0,8\text{mm} \pm 0,2\text{mm}$ entre si pois de acordo com Armstrong et al., (2010) uma menor área de superfície encontra-se associada a uma maior força de adesão e menor força de tensão, com consequente menor número de falhas. Os palitos foram mantidos em água destilada até à sua análise (Armstrong et al., 2017).

Foi constatada uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos Er e nEr-NaF e os grupos Er-F5000 e nEr-NaF, não existindo diferenças estatisticamente significativas entre os grupos Er, Er-NaF e Er-F5000. Poucas são as evidências sobre a adesão ao esmalte previamente erodido e ao esmalte erodido e remineralizado. Em 2014, Casas-Apayco, Dreibi, Hipólito, Graeff, Rios, Magalhães, Buzalaf e Wang analisaram o efeito da Coca-cola nas forças de adesão através do teste de microtração e constataram que o potencial erosivo disputado por esta bebida carbonatada diminuía as forças de

adesão. No entanto Giacomini, Casas-Apayco, Machado, Freitas, Atta e Wang, (2016), afirmaram de que, de acordo com os resultados do seu estudo, a utilização de ácido ortofosfórico a 37% em esmalte previamente erodido com sumo de laranja e após abrasão, é suficiente para fortalecer o processo de adesão. Os resultados das forças de adesão neste estudo revelaram ser superiores em esmalte apenas erodido, quando comparado com esmalte apenas submetido a abrasão com escova elétrica e pasta com 1450ppm de flúor. Estes resultados estão em concordância com os encontrados no presente estudo, onde foram obtidos valores de FA inferiores para o grupo nEr-NaF.

Ainda Elzuhery, Fahmy, Elghandour, Ezzat e Abdalla, (2013), analisaram as forças de adesão a esmalte erodido e remineralizado com colutório de fluor 900 ppm, através do teste de micro cisalhamento e compararam a utilização de dois métodos de adesão (*etch-and-rinse e self-etch*). Foi constatado uma vez mais que o condicionamento ácido prévio apresenta melhores resultados na adesão de restaurações a resina composta, quando comparado com o método *self-etch* e que a utilização de um colutório de flúor, quando comparado com os grupos de controlo remineralizados apenas com saliva, apresentavam um aumento estatisticamente significativo dos valores de adesão.

A comparação de resultados entre estudos diferentes deve sempre ser cautelosa, pois não se verifica uma standarização de protocolos e existe a possibilidade de erro humano (Fernandes, Oliani, Nogueira, Silva & Araújo, 2016). É relevante constatar também que os protocolos seguidos nos estudos mencionados, diferem dos da presente investigação em diversos fatores tais como a metodologia, o substrato e o operador, sendo que a discrepância de valores pode estar relacionada com essas diferenças.

Relativamente aos tipos de fratura, em todos os grupos estudados verificou-se uma maior prevalência de falhas adesivas, característica comum aos testes de microtração (Armstrong et al., 2010).

Devido à baixa evidencia científica sobre o mecanismo de adesão a esmalte erodido e remineralizado, tal como a durabilidade da adesão de restaurações ao substrato nestas condições, carece de mais investigação.

VI. Conclusão

Tendo em conta as limitações adjacentes de um estudo de investigação *in vitro*, de acordo com os resultados obtidos neste estudo, damos como aceite a primeira hipótese alternativa e rejeitamos a hipótese nula, uma vez que existiu diferença estatisticamente significativa entre a microdureza do grupo erodido e remineralizado com pasta com 5000 ppm de F, quando comparada com a microdureza dos restantes grupos.

Na segunda hipótese, foi aceite a hipótese alternativa, uma vez que as forças de adesão de restaurações diretas a esmalte erodido remineralizado com flúor a altas concentrações, demonstraram diferenças relativamente às forças de adesão dos grupos onde o esmalte foi apenas erodido, ou erodido e remineralizado com pasta de 1450 ppm de F ou do grupo não erodido e remineralizado com 1450 ppm de F.

Sugestão para próximos estudos:

- Comparar capacidade de remineralização com alta concentração e baixa concentração de flúor em dentina erodida.
- Comparar também as forças de adesão de restaurações diretas ou indiretas após remineralização com alta e baixa concentração de flúor em dentina erodida.

Efeito de um regime preventivo da erosão dentária com elevada concentração de flúor nas forças adesivas de restaurações diretas

VII. Bibliografia

- Amoras, D. R., Corona, S.A.M, Rodrigues, A.L, Serra & M.C. (2012). Effect of Beverages on Bovine Dental Enamel Subjected to Erosive Challenge with Hydrochloric Acid. *Braz Dent J*, 23, 367–372.
- Armstrong, S., Breschi, L., Özcan, M., Pfefferkorn, F., Ferrari, M., & Meerbeek, B. Van. (2017). ScienceDirect Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin / enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dental Materials*, 33(2), 133–143. doi:10.1016/j.dental.2016.11.015
- Armstrong, S., Geraldeli, S., Maia, R., Raposo, L. H. A., Soares, J. C. & Yamagawa, J., (2009). Adhesion to tooth structure : A critical review of “ micro ” bond strength test methods, 6, 50–62. doi:10.1016/j.dental.2009.11.155
- Attin, T., Deifuss, H., & Hellwig, E. (1999). Influence of Acidified Fluoride Gel on Abrasion Resistance of Eroded Enamel, *Caries Research*, 135–139.
- Attin, T., Grieme, R., Paqué, F., Hanning, C., Buchalla, W., & Attin, R. (2005). Enamel fluoride uptake of a novel water-based fluoride varnish, *Archives of Oral Biology*, 317–322. doi:10.1016/j.archoralbio.2004.09.003
- Attin, T., Wegehaupt, F., Gries, D., & Wiegand, A. (2007). The potential of deciduous and permanent bovine enamel as substitute for deciduous and permanent human enamel : Erosion – abrasion experiments, *Journal of Dentistry* 35, 773–777. doi:org/10.1016/j.jdent.2007.07.007
- Attin, T., & Wegehaupt, F. J. (2013). Impact of erosive conditions on tooth-colored restorative materials. *Dental Materials*, 30(1), 43–49. doi: 10.1016/j.dental.2013.07.017
- Attin, T., & Wegehaupt, F. J. (2014). Methods for Assessment of Dental Erosion, 25, 123–142.

doi:10.1159/000360355

Attin, T., Zirkel, C., & Hellwig, E. (1998). Brushing abrasion of eroded dentin after application of sodium fluoride solutions. *Caries Research*, 32(5), 344–50. doi:10.1159/000016470

Austin, R. S., Stenhagen, K. S., Hove, L. H., Dunne, S., Moazzez, R., Bartlett, D. W., & Tveit, A. B. (2011). A qualitative and quantitative investigation into the effect of fluoride formulations on enamel erosion and erosion – abrasion in vitro. *Journal of Dentistry*, 39(10), 648–655. doi:10.1016/j.jdent.2011.07.006

Austin, R. S., Taha, M. H., Festy, F., Cook, R., Andiappan, M., Gomez, J., Pretty, I. & Moazzez, R. (2017). Quantitative Swept-Source Optical Coherence Tomography of Early Enamel Erosion in vivo, 410–418. doi:10.1159/000477098

Baldassarri, M., Margolis, H. C., & Beniash, E. (2009). *J. Dent Res.*, 87(7), 645–649.

Bartlett, D. W., & Shah, P. (2005). Critical Review of Non-carious Cervical (Wear) Lesions and the Role of Abfraction , Erosion , and Abrasion. *J Dent Res* 306–312.

Baumann, T., Carvalho, T. S., & Lussi, A., (2015). The effect of enamel proteins on erosion. *Nature Publishing Group*, 1–8. doi:10.1038/srep15194

Beun, S., Glorieux, T., Devaux, J., Vreven, J., & Leloup, G. (2005). Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dental Materials*, 3, 51–59. doi10.1016/j.dental.2005.12.003

Buzalaf, M. A. R., Hannas, A. R., & Kato, M. T. (2012). Saliva and dental erosion. *Jornal of applied Oral science*, 20(5), 493–502.

Cardoso, M. V, Neves, A. D. A., Mine, A., Coutinho, E., Landuyt, K. Van, Munck, J. De, & Meerbeek, B. Van. (2011). Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Australian Dental Jornal*, 31–44.

doi:10.1111/j.1834-7819.2011.01294.x

- Casas-apayco, L. C., Dreibi, V. M., Hipólito, A. C., Sirlene, M., Graeff, Z., Rios, D., ... Wang, L. (2014). Erosive cola-based drinks affect the bonding to enamel surface : an in vitro study. *Jornal of applied Oral science* 22(5), 434–441.
- Chuenarrom, C., Benjakul, P., & Daosodsai, P. (2009). Effect of Indentation Load and Time on Knoop and Vickers Microhardness Tests for Enamel and Dentin. *Materials Research*, 12(4), 473–476.
- Cruz, J. B., Bonini, G., Lenzi, T. L., Imparato, J. C. P., & Raggio, P. D. (2015). Bonding stability of adhesive systems to eroded dentin. *Original Research Dental Materials*, 29(1), 1–6. doi:10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0088
- De Dios Teruel, J., Alcolea, A., Hernandez, A., & Ruiz, A. J. O. (2015). Comparison of chemical composition of enamel and dentine in human, bovine, porcine and ovine teeth. *Archives of Oral Biology*, 60(5), 768–775. doi:10.1016/j.archoralbio.2015.01.014
- Dundar, A., & Sengun, A. (2014). Dental approach to erosive tooth wear in gastroesophageal reflux disease. *African Health Science*, 14(2), 481–486.
- Eisenburger, M., Shellis, R. P., & Addy, M. (2003). Comparative Study of Wear of Enamel Induced by Alternating and Simultaneous Combinations of Abrasion and Erosion in vitro. *Caries Research* 450–455. doi:10.1159/000073399
- Elzuhery, H., Ibrahim, O., Abdelmoneum, I., Adel, M., & Abdalla, A. I. (2013). Bond strength and morphological interface of self-etching adhesives to demineralized and remineralized enamel. *Journal of Dental Sciences*, 8(3), 287–295. doi:10.1016/j.jds.2013.01.006
- Feagin, F., Koulourides, T., & Pigman, W. (1969). The Characterization Of Enamel Surface And Associated Hardness Changes In Human and Bovine Material. *Archs Oral Biol*. Vol 14, 1407–1417.
- Featherstone, J. D. B. (1999). Prevention and reversal of dental caries : role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol*; (5), 31–40.

- Featherstone, J.D.B., and Mellberg, J.R. 1981. Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine ovine and human enamel. *Caries Research*, 15: 109–114.
- Ferracane, J. L. (2010). Resin composite — State of the art. *Dental Materials*, 7, 29–38. doi:10.1016/j.dental.2010.10.020
- Ganss, C., & Lussi, A. (2014). Diagnosis of Erosive Tooth Wear. *Monogr Oral Sci. Basel, Karger*, 25(1), 22–31. doi:10.1159/000359935
- Giacomini, M. C., Casas-apayco, L. C., Moreira, C., Cristina, M., Almendra, C. De, Teresa, M., & Wang, L. (2016). Influence of Erosive and Abrasive Cycling on Bonding of Different Adhesive Systems Enamel : An In situ Study, *Brasilian Dental Journal*, 27, 548–555.
- Grewal, N., Kudupudi, V., & Grewal, S. (2013). Surface remineralization potential of casein phosphopeptide - amorphous calcium phosphate on enamel eroded by cola - drinks : An in - situ model study. *Contemporary Clinical Dentistry* 4(3), 331–337. doi:10.4103/0976-237X.118385
- Hannig, M., & Joiner, A. (2006). The Structure, Function and Properties of the Acquired Pellicle. *Monographs in Oral Science*, 19, 29–64. doi:10.1159/000090585
- Hanning, M., & Balz, M. (1999). Influence of in vivo Formed Salivary Pellicle on Enamel Erosion. *Caries Research*, 372–379.
- Huysmans, M., & Young, A. (2014). The Role of Fluoride in Erosion Therapy. *Monographs in Oral Science* 25, 230–243. doi:10.1159/000360555
- Imfeld, T. (1996). Dental erosion . Definition , classification and links. *European Journal of Oral Science*, 151–155.
- Isolan, C. P., Valente, L. L., Münchow, E. A., Basso, G. R., Pimentel, A. H., Schwantz, J. K., Silva, A. V. & Moraes, R. R. (2014). Bond strength of a universal bonding agent and other contemporary dental adhesives applied on enamel , dentin , composite , and porcelain. *Applied Adhesion Science*, 1–10.

- Jayasudha, Baswaraj, Navin, H. K., & Prasanna, K. . (2014). Enamel Regeneration – Current Progress and Challenges. *Journal of clinical and Diagnostic Research*, 8(9), 6–9. doi:10.7860/JCDR/2014/10231.4883
- Johansson, A.-K., Lingstrom, P., Imfeld, T., & Birkhed, D. (2004). Influence of drinking method on tooth-surface pH in relation to dental erosion, 484–489.
- Johansson, A., Omar, R., Carlsson, G. E., & Johansson, A. (2012). Dental Erosion and Its Growing Importance in Clinical Practice : From Past to Present. *International Journal of Dentistry*, 1-17. doi:10.1155/2012/632907
- Karlinsey, R. L., Mackey, A. C., Blanken, D. D., Schwandt, C. S., Associates, M., & Drive, P. (2012). Remineralization of Eroded Enamel Lesions by Simulated Saliva In Vitro. *The Open Dentistry Journal*, 170–176.
- Klimek, C. G. J., & Schürmann, V. B. A. (2004). Effects of Two Fluoridation Measures on Erosion Progression in Human Enamel and Dentine in situ. *Caries Research*, 49(0), 561–566. doi:10.1159/000080587
- Konturek, P. C., Brzozowski, T., & Konturek, S. J. (2011). Review article Stress and the Gut: Pathophysiology, Clinical Consequences. *Journal of Physiology and Pharmacology*, (6), 591–599.
- Larsen, M. J., Nyvad, B. (1999). Enamel Erosion by Some Soft Drinks and Orange Juices Relative to Their pH , Buffering Effect and Contents of Calcium Phosphate. *Caries Research*, 81–87.
- Larsen, M.J. & Richards, A. (2002). Fluoride Is Unable to Reduce Dental Erosion from Soft Drinks. *Caries Research* 75–80.
- Levitch, L. C., Bader, J. D., Shugars, D. A., & Heymann, H. (1994). Non-carious cervical lesions. *Journal of Dentistry*, 195–207.
- Li, X., Wang, J., Joiner, A., & Chang, J. (2014). The remineralisation of enamel : a review of the literature The remineralisation of enamel : a review of the literature. Enamel Erosion – Advanced Mineralisation Technology. *Journal of Dentistry* 42(June 2014), S12–S20. doi:10.1016/S0300-5712(14)50003-6

- Lien, W., & Vandewalle, K. S. (2009). Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dental Materials*, 26(4), 337–344. doi:10.1016/j.dental.2009.12.004
- Lussi, A., Jaeggi, T., & Zero, D. (2004). The Role of Diet in the Aetiology of, 38(suppl 1). *Caries Research*, 34–44. doi:10.1159/000074360
- Lussi, A., Schlueter, N., Rakhmatullina, E., & Ganss, C. (2011). Dental Erosion – An Overview with Emphasis on Chemical and Histopathological Aspects, *Caries Research*, 45(suppl 1), 2–12. doi:10.1159/000325915
- Magalhães, A. C., Rios, D., Delbem, A. C. B., Buzalaf, M. A. R., & Machado, M. A. A. . (2007). Influence of Fluoride Dentifrice on Brushing Abrasion of Eroded Human Enamel: An in situ / ex vivo Study. *Caries Research*, 77–79. doi:10.1159/000096110
- Magalhães, A. C., Rios, D., Delbem, A. C. B., Buzalaf, M. A. R., & Machado, M. A. A. M. (2006). Influence of fluoride dentifrice on brushing abrasion of eroded human enamel: An in situ/ex vivo study. *Caries Research*, 41(1), 77–79. doi:10.1159/000096110
- Magalhães, A. C., Wiegand, A., Rios, D., Honório, H. M., & Buzalaf, M. A. R. (2009). Insights Into Preventive Measures For Dental Erosion. *Journal of Applied Oral Science*, 17(2), 75–86.
- Marshall, S. J., Bayne, S. C., Baier, R., Tomsia, A. P., & Marshall, G. W. (2009). A review of adhesion science. *Dental Materials* 6, 11–16. doi:10.1016/j.dental.2009.11.157
- Maupomé, G., Aguilar-Avila, M., Medrano-Ugalde, H. ., & Borges-Yáñez, A. (1999). In vitro Quantitative Microhardness Assessment of Enamel with Early Salivary Pellicles after Exposure to an Eroding Cola Drink. *Caries Research*, 3(604), 140–147.
- Meena, N., & Jain, N. (2011). Options for Dentin Bonding – Total Etch Or Self Etch?. *Journal of Contemporary Dentistry*, 2(2), 31–33.

- Meerbeek, B. Van, Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Ende, A. Van, Neves, A., & Munck, J. De. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*, 6, 100–121. doi:10.1016/j.dental.2009.11.148
- Moazzez, R., Smith, B. G. N., & Bartlett, D. W. (2000). Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion. *Journal of Dentistry*, 28, 395–397.
- Moretto, M. J., Magalhães, A. ., Sasaki, K. T., & Delbem, A. C. . (2010). Effect of Different Fluoride Concentrations of Experimental Dentifrices on Enamel Erosion and Abrasion. *Caries Research*, 50, 135–140. doi:10.1159/000302902
- Neel, E. A. A., Aljabo, A., Strange, A., Ibrahim, S., Coathup, M., Young, A. M., ... Mudera, V. (2016). Demineralization – remineralization dynamics in teeth and bone. *International Journal of Nanomedicine*, 4743–4763.
- Nishio, C. (2008). Formação do esmalte dentário , novas descobertas , novos horizontes. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 17–18.
- Perdigão, J. (2007). New Developments in Dental Adhesion. *The Dental Clinics of North America* 51, 333–357. doi:10.1016/j.cden.2007.01.001
- Robinson, C., Shore, R. C., Brookes, S. J., Strafford, S., Wood, S. R., & Kirkham, J. (2000). *The Chemistry of Enamel Caries*. 11(4), 481–495.
- Salas, M. M. S., Chisini, A. L., Ferreira, V. F., & Demarco, F. F. (2015). Epidemiologia e diagnóstico Erosão dentária na dentição permanente : epidemiologia e diagnóstico, (July). *RFO*, 126-134. doi:10.5335/rfo.v20i1.4520
- Schlueter, N., Hara, A., Shellis, R. P., & Ganss, C. (2011). Methods for the Measurement and Characterization of Erosion in Enamel and Dentine. *Caries Research*, 45(suppl 1), 13–23. doi:10.1159/000326819
- Shellis, R. P., Ganss, C., Ren, Y., Zero, D. T., & Lussi, A. (2011). Methodology and Models in Erosion Research : Discussion and Conclusions. *Caries Research* 45(suppl 1), 69–77. doi:10.1159/000325971

- Simmer, J & Fincham, A. . (1995). Molecular mechanisms of dental enamel formation. *Crit Rev Oral Bio Med*, 6(3), 84–108.
- Soares, L. E. (2015). Protective Effect of Fluoride Varnish and Fluoride Gel on Enamel Erosion : Roughness , SEM-EDS , and m –EDXRF Studies. *Microscopy research and Techique*, 240–248. doi:10.1002/jemt.22467
- Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., & Migliau, G. (n.d.). Classification review of dental adhesive systems : from the IV generation to the universal type. *Analli di Stomatologia*, 1–17.
- Vieira. A; Ruben. J.L. & Huysmans, M.C.D.N.J.M (2005). Effect of Titanium Tetrafluoride , Amine Fluoride and Fluoride Varnish on Enamel Erosion in vitro. *Caries Research* 371–379. doi:10.1159/000086843
- Wang, J., Joiner, A., Unilever, R., & Sunlight, D. P. (2016). The remineralisation of enamel : a review of the literature The remineralisation of enamel : a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 42(June 2014), S12–S20. doi:10.1016/S0300-5712(14)50003-6
- Wang, L., D’alpino, P. H. P., Lopes, L. G., & Pereira, J. C. (2003). Mechanical Properties Of Dental Restorative Materials: Relative Contribution Of Laboratory Tests. *Journal of Applied Oral Science*. 11(3), 162–167.
- West, N. X., & Joiner, A. (2014). Enamel mineral loss. Enamel Erosion – Advanced Mineralisation Technology. *Journal of Dentistry*, 42, S2–S11. doi:10.1016/S0300-5712(14)50002-4
- Wright, J. T., Carrion, I. A., & Morris, C. (2015). The Molecular Basis of Hereditary Enamel Defects in Humans. *Journal of Dental Research*, 52-61. doi:10.1177/0022034514556708
- Zero, D. T. (1996). Etiology of dental erosion extrinsic factors. *European Journal of Oral Sciences*, 162–177.
- Zheng, L., Zheng, J., Weng, L. Q., Qian, L. M., & Zhou, Z. R. (2011). Effect of remineralization on the nanomechanical properties and microtribological behaviour

of acid-eroded human tooth enamel. *Wear*, 271(9–10), 2297–2304.
doi:10.1016/j.wear.2010.11.025

Anexos

Anexo I – composição saliva artificial

Designação	Quantidades/Concentrações
NaCl	0,4g
KCl	0,4g
CaCl ₂ , 1H ₂ O Ou CaCl ₂ , 2H ₂ O Ou CaCl ₂ , anidro	0,795g 0,906g 0,684g
Na ₂ HPO ₄ 2H ₂ O Ou Na ₂ HPO ₄ anidro	0,69g 0,550g
Na ₂ S 9H ₂ O	0.005g
Ureia	1g
Água destilada	1000ml
pH	6.5-6.6

Anexo II – Composição pasta Paradontax®.

Composição Paradontax® : A substância ativa é o flúor, na forma de fluoreto de sódio. 1g de pasta dentífrica contém 1,450 mg de flúor, correspondendo a 1450 ppm de flúor. Tem como outros componentes bicarbonato de sódio, água, glicerina, álcool, extrato de camomila, gluconato de clorohexidina, cocanidopropil betaína, extrato de flores, óleo de salvia, óleo de *mentha de arvenses limonene*.

Anexo III – Composição pasta Duraphat®.

Composição de Duraphat® 5000: A substância activa é flúor, na forma de fluoreto de sódio. 1g de pasta dentífrica contém 5mg de flúor, correspondendo a 5000ppm de flúor. Os outros componentes são Sorbitol Líquido (Não Cristalizável), Sílica para uso dental, Sílica para uso dental (Precipitada), Macrogol 600, Pirofosfato Tetrapotássico, Goma Xantana, Benzoato de Sódio (E211), Laurilsulfato de Sódio, Aroma de Hortelã (contendo óleo de Hortelã-Pimenta, carvona, óleo de Hortelã, Mentol, Anetol e óleo de Limão). Sacarina sódica. Azul brilhante FCF (E133) e Água Purificada

Anexo III – Carta comissão de ética.

Comissão de Ética

Proc. Interno nº 584

Ex.ma Senhora
Ana Machado Beirão

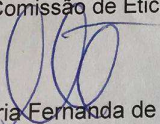
Monte de Caparica, 27 de setembro de 2017.

Ex.ma Senhora,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado **“Efeito de um regime preventivo da erosão dentária com elevada concentração de flúor nas forças adesivas de restaurações indiretas em resina composta”**, foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz


Prof.ª Doutora Maria Fernanda de Mesquita

EGAS MONIZ – COOPERATIVA DE ENSINO SUPERIOR, CRL
Campus Universitário – Quinta da Granja – Monte de Caparica
2829-511 Caparica